STEVEN SPIELBERG DIGITAL YIDDISH LIBRARY
NO. 04134

NATUR UN MENTSH

Y. Yashunski

NATIONAL YIDDISH BOOK CENTER
AMHERST, MASSACHUSETTS

NATIONAL YIDDISH BOOK CENTER
AMHERST, MASSACHUSETTS
413 256-4900 | YIDDISH@BIKHER.ORG
WWW.YIDDISHBOOKCENTER.ORG

•

MAJOR FUNDING FOR THE
STEVEN SPIELBERG DIGITAL YIDDISH LIBRARY
WAS PROVIDED BY:

Lloyd E. Cotsen Trust
Arie & Ida Crown Memorial
The Seymour Grubman Family
David and Barbara B. Hirschhorn Foundation
Max Palevsky
Robert Price
Righteous Persons Foundation
Leif D. Rosenblatt
Sarah and Ben Torchinsky
Harry and Jeanette Weinberg Foundation
AND MEMBERS AND FRIENDS OF THE
National Yiddish Book Center

•

The *goldene pave*, or golden peacock, is a traditional symbol of Yiddish creativity. The inspiration for our colophon comes from a design by the noted artist Yechiel Hadani of Jerusalem, Israel.

The National Yiddish Book Center respects the copyright and intellectual property rights in our books. To the best of our knowledge, this title is either in the public domain or it is an orphan work for which no current copyright holder can be identified. If you hold an active copyright to this work – or if you know who does – please contact us by phone at 413-256-4900 x153, or by email at digitallibrary@bikher.org

י. יאַשונסקי

נאַטור און מענטש

אַלטע, נייע און נייעסטע דערגרייכונגען
אין נאַטורוויסנשאַפט און טעכניק

פאַרלאַג קולטור־ליגע, וואַרשע

אַלע רעכט צו איבערדרוקן
צו איבערזעצן דאָס ווערק
געהערן דעם מחבר
Copyright 1927 J.Jaszuński
Wilno (Poland)

176
Ut

Prindet in Poland
J. Jaszuński. Człowiek i Natura
Wyd. Kultur Liga, Warszawa 1927
געדרוקט אין 1000 עקז.
הילע געצייכנט פון פ. אַלקיעניצקאַ
Druk. „Di Welt“ Nowolipie 7.

YIDDISH
500 J26 c.1
UTLEY BRANCH

אינהאַלט:

I. קליין און גרויס אין דער נאַטור. 5

באַגריף פון קליין און גרויס.—דער גרענעץ פון קליין.—מאָלעקולן, אטאמען, עלעקטראָנען. — דער גרענעץ פון גרויס. — ערדישע געשווינדקייטן און ליכט־געשווינדקייט. — ליכט־יאָרן און שטערן־ווייטקייטן.

II. זון און שטערן. 19

זון דער אורקוואַל פון ענערגיע. — די אייגנשאַפטן פון די זונען־שטראַלן. — ספעקטרען און ספעקטאַלער אַנאַליז. — נייצייטיקע אָבסער־וואַטאָריעס.

III. הימל און ערד. 31

דער פאָטער פון דער נייער אַסטראָנאָמיע, ניקאָלאַי קאָפּערניק. — די פּלאַנעטנוועלט ביי פּטאָלעמעאוסן און ביי קאָפּערניקן. — פאַלנדיקע שטערן און מעטעאָרן. קאָמעטן. — אונזער שכן, דער מאַרס. — צי איז פאַראַן לעבן אויף די פּלאַנעטן? — ראַדיאָ־קאָמוניקאַציע מיטן מאַרס. — נסיעות צו די פּלאַנעטן.

IV. אַסטראָנאָמיע אין טאָג־טעגלעכן לעבן. 57

יאָר, עיבור־יאָר, חודש, וואָך. — אונזערע זייגערס און די צייט־רעכע־נונג. — די מעטרישע מאָסן און זייער אַסטראָנאָמישער אָפּשטאַם.

V. אונזער ערד. 72

ווי אַלט איז די ערד. — ערדציטערנישן. — וואָס קומט פאָר אינעווייניק אין דער ערד. — ווולקאַנען און זייערע אויסברוכן. — צי איז מעגלעך פאָרויסצוזאָגן ווולקאַנישע אויסברוכן און ערד־ציטערנישן.

VI. אוצרות פון דער ערד. 88

דער אַמאָליקער מענטש און זיינע אוצרות. — אייזן, שטיין־קוילן און נאַפט. — דער דוחק אין נאַפט. — אַליומיניום, דער צוקונפט־מעטאַל און העליום.

VII. רענטגען־שטראַלן, ראַדיום, פאַרבאַהאַלטענע ענערגיעס. 105

די אַנטדעקער פון ראַדיום, פּיער און מאַריאַ קיורי. — רענטגען־שטראַלן און זייער אַנטדעקער. — ראַדיום און שטראַלנדיקע שטאָפן. — ראַדיום, זיינע טאַטעס און קינדער. — כעמישע עלעמענטן און זייער באַ־שטענדיקייט. — די נייע אַטאָם־פיזיק. — פאַרבאַהאַלטענע ענערגיעס. — פאַבריקאַציע פון קינסטלעכן גאָלד.

VIII. פון דער דאַמף-מאַשין ביז די נייע מאָטאָרן. 137

די קוואַלן פון טעכנישער ענערגיע. — די דאַמף־מאַשין. — הויכע טעמ־פעראַטורן און הויכע דרוקן. — דאַמף־טורבינעס. — גאַז־מאָטאָרן. — עקאָנאָמישע באַטראַכטונגען. — מאָטאָרן פאַר שיפן, אויטאָמאָבילן, אַעראָ־פלאַנען. — דער מאָטאָר פון דער נאָענטער צוקונפט. — פאַרפליסיקונג פון שטיינקוילן.

IX. הונדערט יאָר אייזנבאַן. 164

אויפקום פון די אייזנבאַנען. — אייזנבאַן און לאָקאָמאָטיוו. — אַ ביסל סטאַטיסטיק. — געשיכטע פון לאָקאָמאָטיוו. — וואַגאָנעס, סיגנאַליז אַציע זיכערקייט פון די פּאַסאַזשירן. — מערקווירדיקע אייזנבאַן־ליניעס, אויסבליק אין דער צוקונפט.

X אויטאָמאָבילן. 187

פון דער־דאַמף־קאַרעטע ביז 30.000.000. אויטאָמאָבי . — די טעכנישע אַנטוויקלונג פון אויטא. — עלעקטרישער אויטאָ א, דיזעל־.אויטאָ — טאַקסאָמעטערס און זייער אָפּשטאַם.

XI. לופט-שיפעריי און לופט-פליעריי. 204

דער אויפקום פון לופטשיפעריי. — די לופט־באַלאָנען און זייערע דער־גרייכונגען. — לופטשיף מיט מאָטאָרן. — מיטן לופטשיף קיין אַמעריקע און צום צפון־פּאָלוס. — די יסודות פון לופטפליעריי. — די באַשעפער פון אַעראָפּלאַנען. — אַעראָפּלאַנען פאַר דעם קריג, אין דער קאָמוג־קאַציע און אין טאָג־טעגלעכן לעבן

XII. קינאָ, בילדער-טעלעגראַף, טעלעוויזיע. 224

די טעכניק פון קינא. — דער יחוס־בריוו פון קינא. — קינאָ אין דער וויסנשאַפט. — קינאָ מיט קאָלירן און ריידעוודיקער קינאָ. — איינפאַכער בילדער־טעלעגראַף. — פאַרבעסערטער בילדער־טעלעגראַף. —קינאָ אויף דער ווייטנס און טעלעוויזיע.

XIII. ראַדיאָ. 263

ווי אַזוי ראַדיאָ איז אויסגעוואַקסן פון טעאָריעס וועגן עלעקטריע. — עלעקטרישע כוואַליעס .. די גרינדונג און אַנטוויקלונג פון ראַדיא. — ראַדיאָ־טעלעגראַף אין פראַקטישן לעבן. — ראַדיאָ־טעלעפאָן, ראַדיאָ צענ־טראַלעס און ראַדיאָ־אַמאַטאָרן.

PUBLIC LIBRARY
DETROIT MICH.

* *
*

נאטור און מענטש. די נאטור, ווי דער מענטש באנעמט זי און ווי ער באהערשט זי מיט זיין גייסט און פיזישער קראפט, — וועגן דעם וועט זיין די רייד פון די ווייטערדיקע קאפיטלען. דער ענין איז זייער א ברייטער, איין מענטש איז אים ניט אימשטאנד ארומצונעמען, און יעדנפאלס איז אוממעגלעך צו באטראכטן אים אין די שמאלע ראמען פון איין בוך. עס איז ניט געווען קיין אנדער ברירה ווי ארויסצונעמען פון דער טעמע אויס־דערוויילטע קאפיטלען, און אזוי האבן מיר טאקע געטאן. כדי אויסצומיידן צופעליקייטן, האבן מיר געלייגט דעם טראפ אויף יענע געביטן, ווו פאר־שונג און פראקטיק האבן צו פארצייכענען אין דער נייעסטער צייט זייערע שענסטע דערגרייכונגען. אין דער נאטור־קענטשאפט איז דאס די פארשונג פון דעם פיינערן געבוי פון די שטאפן, וואס האט פארבונדן נאר די נאטור, פון דעם קלענסטן שטויבעלע ביי אונז אויף דער ערד ביז צו די ווייטעסטע שטערן, אין איין גרויסארטיקע געביידע. אין דער טעכניק האט דער שטורעם און האסט פון אונזער צייט זיך דייטלעכער פאר אלץ אפגעשפיגלט אין די נייסאדישע וועגן און מיטלען פון קאמוניקאציע. מיט דער דאמף־מאשין קאנקורירן די נייע מאטארן, צו דער אייזנבאן זיינען צוגעקומען אויטאמאבילן און עראפלאנען, דער קינא מאכט אונז היימיש אין פרעמדע לענדער, דער ראדיא האט אפגעשאפט די גרעניצן פון רוים, עס קלאפט אין אונזערע טירן די טעלעוויזיע. ווי זאל דאס אלץ ניט פארנעמען דעם אויבנאן אין אונזער בוך?

איצט וועגן דעם אופן פון באהאנדלען די טעמע. ביי יעדער איינצל־נער פראגע האבן מיר, אויף ווי ווייט עס לאזט זיך, געשילדערט דעם אויפקום פון די נייעסטע דערגרייכונגען און ערטערווייז געפרווט אויך אריינצודרינגען אין די נאנטע צוקונפט. ווען מיר וואלטן זיך באנוגנט מיט באשרייבן בלויז דעם היינט, וואלטן אונזערע דאטן אפשר צו גיך פארעלטערט געווארן און אויפגעהערט צו זיין ריכטיק. ערשט דער היס־

מאַרישער צוגאנג צו די פראגן קען געבן דעם לעזער די ריכטיקע פּער-
כּפּעקטיוו און אויסאַרבעטן ביי אים א קריטישע באַציונג צום היינ-
טיקן צושטאנד און צו די מעגלעכקייטן פון מאָרגן.

מיר האָבן געשריבן ניט פאַר קיין פאַכלייט, און דערפאַר האָבן מיר
געזוכט אויסצומיידן ספּעציעלע דעטאַלן. אין אייניקע קאַפּיטלען איז די
שילדערונג פאַרט א אויספירלעכע, כדי אריינצופירן דעם לעזער אין לאַ-
באָראַטאָריע פון נאַטורוויסנשאַפטלעכן און טעכנישן שאַפן.

מיר האָבן זיך געפליסט צו שרייבן אזוי, אז אונזערע רייד זאָלן
זיין פאַרשטענדלעך פאַר יעדן איינעם, וואָס וועט האָבן געדולד זיך אין
זיי אריינצוטראַכטן. און דאָ זיינען מיר געקומען צו דעם הויפּט-צוועק פון
בוך. ער וויל וועקן ביים ברייטן עולם דעם אינטערעס צו טעכניק. דער
מחבר גיט אזוי-צו-זאָגן רייזע-באַריכטן פון זיינע לאַנג-יאָריקע וואַנדע-
רונגען איבער דעם וואונדערלאַנד פון נאַטור-פאָרשונג און טעכניק, און עס
וועט זיין פאַר אים די בעסטע באַפרידיקונג, אויב די רייזע-בריוו וועלן
דערוועקן ביי וואָס מערער לעזער א חשק צו געניסן פון דער נאַטור-דער-
קענערישער און טעכנישער גרויסקייט און שענקייט.

י. יאַשונסקי.

ווילנע, אין יאַנואַר 1927.

I.

קליין און גרויס אין דער נאטור.

באגריף פון קליין און גרויס. — דער גרענעץ פון קליין. — מאלעקולן, אטאמען, עלעקטראנען. — דער גרענעץ פון גרויס. — ערדישע געשווינדקייטן און ליכט־געשווינדקייט. — ליכט־יארן און שטערן־ווייטקייטן.

I

אונזערע געוויינלעכע פארשטעלונגען וועגן קליין און גרויס זענען נישט פינקטלעך און מטושטשדיק איבער צווייערליי סיבות. ערשטנס, זענען די דאזיקע פארשטעלונגען אויסערסט סוביעקטיוו, אפהענגיק פון אונזער איך. צווייטנס, איז פאר אונז קליין און גרויס נישט קיין אבסאליוטער באגריף, נאר א באצייכענונג פאר געוויסע פארהעלטענישן, פארגלייכונגען.

דער מענטש איז אזוי אויסגעבונדן מיט דער ארומיקער סביבה, מיט זיינע איבערלעבונגען און מיט די באגריפן, וואס ער האט זיך איינגעשאפט אין משך פון זיין לעבן, אז אויך די פארשטעלונגען פון קליין און גרויס זענען ביי אים אפהענגיק פון אלעם דעם. ווען א ישובניק, אדער קליינשטעטלדיקער איינוואוינער, קומט-אראפ אין א גרעסערע שטאט, ווערט ער נשתומם פון די גרויסע הייזער און לאנגע גאסן. ווען א ווארשעווער באזוכט דיזעלבע שטאט, איז פארקערט — די הייזער דוכטן זיך אים אויס מאדנע קליין, די גאסן שמאל און קורץ. מיר, באוווינער פון מיטל און צפון-אייראפע, האבן קיינמאל נישט געזען, אז בוימער זאלן וואקסן העכער ווי 30—35 מעטער, און אז מיר לייענען א באשרייבונג פון א טראפישן וואלד, אדער קוקן אן אין קינא א טראפישן לאנדשאפט, ווערן מיר פארגאפט פון דעם גרויסן וואונדער. פארקערט — ווען צו אונז זאל אראפקומען אן איינוואוינער פון די טראפישע

לענרער, וועלכער האט געלעבט צווישן בוימער איבער 100 מעטער די הויך, וועט ער זיך בסדר חידושן איבער דער קליינוויקסיקייט און דארקייט פון אונזערע בוימער. אט אזוי זענען ביי יעדען איינעם פון אונז די פארשטעלונגען וועגן קליין און גרויס א פועל-יוצא פון זיין גאנצן לעבן. דערמיט איז צונויפגעבונדן דער צווייטער חסרון פון די דאזיקע פארשטעלונגען. לויט דער סביבה און לויט דעם סכום פערזענלעכע דערפארונגען, בילדן מיר זיך אויס נארמאלע פארשטעלונגען. מיר ווערן געוויינט דערצו, אז א מענטש, למשל, האט אין דורכשניט א געוויסע, גאנץ באשטימטע גרויס, א קאץ — איר גרויס, א. א. וו. דערנאך רופן מיר אן „קליין" דאס, וואס פאלט אונטער דער נארמע, און גרויס הייסט ביי אונז אלץ, וואס שטייגט אריבער די זעלביקע נארמע. א מענטש פון 2 מיט א פערטל ארשין די הויך איז א נארמאלער מענטש, א מאנסביל 2 מיט דריי אכטל ארשין די הויך איז שוין א גבור, אזעלכע פלעגן אמאליקע צייטן דינען ביים קיסר אין גווארדיע. פאר דעם קריג זענען מיר געפארן אויף באנען מיט א געשווינדקייט פון 40—30 קילאמעטער א שעה און זענען געשטאנען אויף די סטאציעס געציילטע מינוטן. ווען די געשווינדקייט פון די באנען האט זיך פארקלענערט אויף העלפט, האט עס אונז דערגערווירט וואס דער צוג „שלעפט" זיך אזוי פאמעלעך און האלט זיך אויף אזוי לאנג אויף די סטאציעס. ווי צופרידן וואלטן מיר אבער געווען, ווען אונזערע בעל-העגלות וואלטן געפארן מיט דער געשווינדקייט פון שלעפנדיקן צוג. איין און די זעלבע געשווינדקייט איז פאר אונז קליין אויפן באן און גרויס אויף דער פור. נאך א ביישפיל: די זאאלאגן, וואס שטודירן די וועלט פון בעלי-חיים, ווייסן, אז זשוקעס האלטן געווענלעך 2—1 סאנטימעטער די לענג, און ווען איינער א געלערנטער האט געפונען א מין זשוק, וואס האלט 10 סמ. די לענג, איז ער אזוי איבערראשט געווארן, אז ער האט אים אנגערופן זשוק-גלית, צום אנדענק א גלית-הפלישתי פון תנ"ך. 10 סמ. איז בעצם א קלייניקייט, אבער אונזער געלערנטער איז דאך געווען גערעכט. א זשוק פון 10 סמ. איז פארט א ריז אין דער וועלט פון זשוקעס, ווי גלית מיט זיינע „6 איילן אין איין האנט-ברייט חי הויך", אין דער וועלט פון מענטשן. איצט שטעלט זיך פאר א 10 סמ. קאץ. אזא ליליפוט-קאץ וואלטן מיר געלאפן אנקוקן ווי א בייזן וואונדער!

עס איז קלאר נאך אלעם דעם, אז אויב מיר ווילן זיך ווי געהעריג באקענען מיט גרויס און קליין אין דער נאטור, טארן מיר זיך נישט פארלאזן אויף אונזערע פארשטעלונגען. מיר מוזן אינגאנצן פארגעסן אן זיי, מיר מוזן אנקומען צו א מיטל, וואס איז פאלקאם געזיכערט אנט-

כענן פעלשונג און פארבלענדעניש: אזא מיטל איז פאראן און דערצו א גאר איינפאכס: צו מעסטן די גרויסן, וועלכע טרעפן זיך אין דער נאטור. מעסטן קומט אונז אויך אויס אין טאג-טעגלעכן לעבן. נאר דא געברויכן מיר פארשידענע מאסן, ווי עס איז פאר אונז באקוועמער. דער שניידער נעמט א מאס אין סאנטימעטערס, געוואנד קויפן מיר אויפן מעטער, האלץ — אויפן קלאפטער אדער פעסט-מעטער, די פרייזן פון באן-בילעטן ווערן בארעכנט אויף קילאמעטערס א. א. וו. מיר אקעגן דעם וועלן טון חוי אין דער וויסנשאפט: פאר יעדער מין גרויס וועלן מיר האבן בלויז איין איינס אויף צו מעסטן, דהינו, — סאנטימעטער פאר לענג, גראם פאר מאסע (געוויכט), סעקונדע פאר צייט.

2

איצט צו דער עצם זאך. ווי ווייט דערגייט די קלײנקייט אויף אונזער ערד? פריער פאר אלץ, ווי קליין זענען די קלענסטע באשעפענישן אויף דער ערד? דאס בלויזע אויג וועט אונז קיין ענטפער דערויף נישט געבן. מיר אלע ווייסן, למשל, פון פליגעלעך און מילבעלעך, וואס ווערן קוים באמערקט מיטן אויג. אויף שטייענדיקע וואסערן זעט מען דינע געוויקס-הייטלעך, וואס באשטייען פון אומצאליקע אזעלכע קליינינקע געוויקסן, אז דאס אויג פארמאגט קוים צו אונטערשיידן איינעם פון צווייטן. עס לייגט זיך אויפן שכל, אז די קלענסטע געזעענע דורך אונז ברואים זענען נאך נישט די ווירקלעך קלענסטע, און דער מיקראסקאפ האט דאס באשטעטיקט. די טעכניק פון מיקראסקאפיע, פון די וויסנשאפטלעכע פארגרעסער-גלעזער, איז דערגאנגען צו אזא פולקאמקייט, אז אין די גוטע אפאראטן לאזן זיך נאך אונטערשיידן צוויי שטריכן, וואס דער אפשטאנד צווישן זיי באטרעפט בלויז איין הונדערטטויזנטסטל סאנטימעטער. עס האט זיך אנטפלעקט פאר דער וויסנשאפט א גאנץ נייע וועלט, די וועלט פון מיקראארגאניזמען („מיקראס" הייסט אויף גריכיש קליין). עס איז פעסטגעשטעלט, אז די קלענסטע ארגאניזמען, וועלכע האבן דאס רעכט באטראכט צו ווערן ווי בעלי-חיים, זענען גרויס נישט מערער ווי איין טויזנטסטל סאנטימעטער. נאך קלענער זענען די באקטעריעס, די שרעקלעכע באשעפענישן, וואס ברענגען-אראפ אויף אונז געפערלעכע אנשטעקנדע קראנקהייטן און וואס די וויסנשאפט האט זיי אריינגערעכנט צו געוויקסן. א דורכשניטלעכע באקטעריע האלט אין דער לענג איין צענטויזנטסטל סאנטימעטער, נאר עס זענען באקאנט נאך אין צען מאל קלענערע באקטעריעס. היות ווי דא האבן מיר שוין אויסגענוצט

אַלע מעגלעכקייטן פון דער וויסנשאַפטלעכער טעכניק, — זוויטער גרייכן שוין נישט מיקראָסקאָפּן, — איז מען משער, אַז עס מוזן זיין נאָך קלענערע באַקטעריעס. בכן, זאָגן מיר, אַז די קלענסטע באַשעפעניש אויף דער ערד זענען קליין ביז איין הונדערטטויזנטל סאַנטימעטער, אויב נישט נאָך קלענער.

ווענדן מיר זיך איצט צו דער אַזוי גערופענער „טויטער" נאַטור, וועלן מיר זיך סוף כל סוף אָנשטויסן אויף שיילעכלעך, וואָס אַפילו די קלענסטע באַקטעריעס זענען ריזן אַקעגן זיי. כדי מיר זאָלן זיך נישט פאַרפּלאָנטערן אין די חשבונות, וועלן מיר איינפירן אַ נייעם אופן פון שרייבן צאָלן. איין הונדערטסטל וועלן מיר שרייבן נישט $\frac{1}{100}$, נאָר 10^{-2}. דער 2 וועט אונז ווייזן, אַז דעם איינס דאַרף מען נעמען מיט צוויי נולן, און דער מינוס צייכן ביים צוויי וועט אונז ווייזן, אַז מיר מיינען נישט 100, נאָר $\frac{1}{100}$, דאָסגלייכן וועלן מיר אָנשטאָט $\frac{1}{1000}$ שרייבן 10^{-3}, אָנשטאָט $\frac{1}{10000}$ — $10-4$ א.א.וו. למשל 10^{-8} וועט באַדייטן אַ ברוך, וואו איינס איז געטיילט אויף 1 מיט אַכט נולן. אַגב באַמערקט, וועלן מיר גרויסע צאָלן שרייבן אויף אַ ענלעכן שטייגער: אָנשטאָט 100 וועלן מיר שרייבן 10^{2}, אָנשטאָט טויזנט — 10^{3} אָנשטאָט אַ מיליאָן — 10^{6}, דאָס הייסט — דאָס אויבערשטע ציפערל וועט אָנגעבן וויפל נולן מען דאַרף זיך פאָרשטעלן ביי דעם איינס. (10 מיט אַ ציפערל פון אויבן אָן אַ מינוס, וועט באַדייטן אַ גרויסע צאָל, 10 מיט אַ ציפערל פון אויבן און אַ מינוס — אַ קליינע צאָל).

פריער פאַר אַלץ לאָמיר פרעגן, ווי ווייט קענען מיר גיין און טיילן די שטאָפן, אַנדערש גערעדט, — ווי קליין, ווי דין קענען זיין פון אונז געשאַפענע געגנשטאַנדן אין טיילעכלעך. דאָס בעסטע וועט זיין עס אויפצוקלערן מיט ביישפּילן. אין ביכער ווי אויך אין אילוסטרירטע בלעטער ווערן זייער אָפט געדרוקט בילדער. קוק זיך צו, צו איינעם אַזאַ בילד דורך אַן איינפאַכן פאַרגרעסערגלאָז, און אויב איר קענט עס נישט קריגן — איז רעכט מיטן בלויזן אויג. איר וועט באַמערקן, אַז דאָס בילד באַשטייט פון פינטעלעך, אַז די ליניעס פון בילד זענען אַלע צערשניטן, אַקוראַט ווי אַ דינינקע ווייסע קאַנווע וואָלט באַדעקט דאָס געדרוקטע. די קלישע, וואָס פון איר איז געדרוקט די אילוסטראַציע, באַשטייט טאַקע פון בולטע פינטעלעך (דאָס פאָדערט די דרוק-טעכניק), און יעדער געדרוקטער סאַנטימעטער האַלט 40 אָדער 50, און אין די גאָר פיינע דרוק-זאַכן 80 פינטעלעך. דאָס געדרוקטע פינטעלע איז [illegible] עס, [illegible] 10^{-2} סמ. אַ הונדערטסטל סאַנטימעטער — [illegible]

נאך עפעס „ממשותדיקס". אבער א טויזנטסטל סאנטימעטער? אויך דאס איז נישט קיין זעלטנהייט. אין די גוטע עלעקטרישע גלעזלעך איז דאס מעטאלענע הערעלע, וואס לייכט ביים אנצינדן די עלעקטרי, דין ביז 2 מאל 10^{-} סמ, דאס הייסט — 50 אזעלכע הערעלעך, צונויפגע־לייגט הארט איינע ביי דער אנדערער, וועלן אויסמאכן אין דער ברייט איין צענטל סאנטימעטער. א גאנצע ריי פיזיקער, כעמיקער און טעכ־ניקער האבן יארן־לאנג געהארעוועט, ביז וואנען מען האט זיך אויסגע־לערנט צו פאבריצירן מאסנווייז אזוינע האר־דינע דרעטלעך. אבער א סך פריער און דורך אן איינפאכער טעכניק האט מען געשאפן נאך די־נערע געגנשטאנדן. אויף צו באפוצן איינבונדן פון ביכער פלעגט מען פריער געברויכן עכטן ריינעם גאלד און ספעציאליסטן גאלדשלעגער זע־נען געווען פארנומען מיט אויסשלאגן פון גאלד דינינקע בלעטלעך. זייער קונסט איז דערגאנגען ביז צו מאכן גאלד־בלעטלעך 10^{-5} סמ. דין. נאך דינערע הייטעלעך פון מעטאל, האט ערשט אין יאר 1925 גע־שאפן אין לאבאראטאריע קארל מילער. זיינע הייטלעך פון ניקעל און גאלד זענען נאך אין 10 מאל דינער, ווי די פיינסטע בלעטלעך פון די גאלד־שלעגער און זענען דורכזיכטיק ווי דער בעסטער גלאז. ענלעך דינע הייטלעך, נישט פון מעטאלן נאר פון פליסיקייטן, קען מען מאכן גאר לייכט, און דאס טוען נישט דווקא געלערנטע, נאר קליינע קינדער. עס איז באוואוסט, אז אייל שפרייט זיך אויס איבער וואסער אין א ביז גאר דינער שיכט. דאסגלייכן ווייס מען, אז זייפן־בלעזעלעך (דאס הייסט, בלעזעלעך פון וואסער מיט צעלאזענע זייף), וואס קינדער שפילן זיך מיט זיי, זענען אויסערס דין, און געלערנטע האבן אויסגעמאסטן, אז די אייל־הייטלעך און די וואסער־הייטלעך זענען אזוי דין ווי די דער־מאנטע גאלד־בלעטלעך אדער נאך דינער.

3

צי לאזן זיך פארווירקלעכן נאך ווייטערע טיילונגען פון שטאף? און אויב יא, טא וואו איז די גרעניץ? מיר שטעלן די פראגע נישט טעכ־ניש, נאר ריין טעארעטיש, און די מאדערנע וויסנשאפט גיט אונז אן ענטפער און ווייזט־אן דאס קלענסטע טיילכעלע פון יעטווידן שטאף. דאס זענען די מאלעקולן און אטאמען, און מיר מוזן איצט זיך אפשטעלן אביסל אן א זייט אום צו פארטייטשן, וואס דאס באדייט. דערצו מוזן מיר פארענטפערן אן אנדער פראגע, דהיינו: ווי זענען געבוים אלע קער־פערס ארום אונז? צי איז פאראן אין דער נאטור אזא אומבאגרענעצטע

צאָל פאַרשידענע שטאָפן, ווי מיר זעען און געפינען פאַרשידענע גענגשטאַנדן אין דער נאַטור, אָדער די דאָזיקע פילנעשטאַלטיקייט איז אויפגעבויט פון א קלענערע צאָל גרונט-שטאָפן? די וויסנשאַפט ענטפערט דערויף אזוי: צווייערליי שטאָפן געפינען מיר אין דער נאַטור — צוזאַמענגעזעצטע און איינפאַכע. די צוזאַמענגעזעצטע קאָן מען צעליינן אויף צוויי אָדער מערער איינפאַכע שטאָפן; די איינפאַכע שטאָפן דאַגעגן, לאָזן זיך נישט צעליינגן אויף באַשטאַנד-טיילן, — דאָס זענען די גרונדשטאָפן, די „עלעמענטן". וואַסער, למשל, קאָן מען צעליינגן (דורך עלעקטרישן שטראָם אָדער דורך גרויסע היץ פון 2000 גראַד), אזוי אז איטלעכע 18 גראַם וואַסער זאָלן אַרויסגעבן 16 גראַם זויערשטאָף און צוויי גראַם וואַסער-שטאָף. פאַרקערט, א געמיש פון ביידע אַקאָרשט אָנגערופענע גאַזן אין דער פּראָפּאָרציע 2:16, קאָן מען פאַרוואַנדלען (דורך אָנצינדן) אין פּליסיקע וואַסער. וואַסער, הייסט עס, איז א צוזאַמענגעזעצטער שטאָף, ער באַשטייט פון צוויי „עלעמענטן" זויער-שטאָף און וואַסער-שטאָף. וואַסער-שטאָף און זויער-שטאָף געהערן צו די איינפאַכע שטאָפן, צו די עלעמענטן, ווייל זיי לאָזן זיך נישט צעליינגן. אזוינע עלעמענטן קאָן מען איצט אַרום 90. אָט די עלעמענטן ווידער זענען נישט געבויט פון איין גוס. אַלע שטאָפן זענען געבויט פון גאָר קליינינטשקע פּיצלעך, וועלכע זענען ביי איין און דעם זעלביקן שטאָף אַלע גלייך צווישן זיך. די דאָזיקע פּיצעלעך אָדער טיילעכלעך בילדן די גרענעץ, ביז צו וועלכער יעדער שטאָף לאָזט זיך טיילן. דאָס הייסט, אויב מען זאָל פירן ווייטער די טיילונג, אויב מען זאָל שפּאַלטן די גאָר קליינינטשקע טיילעכלעך, וועט דער שטאָף אויפהערן צו זיין דערזעלבער, ווי ער איז געווען ביז דער דאָזיקער טיילונג. אז אָט די קליינינטשקע טיילעכלעך שטאָף, די „מאָלעקולן", עקזיסטירן, — דערין איז די וויסנשאַפט פאָלקאָם זיכער, הגם מיר זענען נישט אומשטאַנד דירעקט זיי צו זען אָדער אָנצוטאַפּן, מחמת זיי זענען צו קליין פאַר אונזערע חושים. יעדער מאָלעקולע פון א צוזאַמענגעזעצטן שטאָף אַנטהאַלט אין זיך א גענוי באַשטימטע צאָל נאָך קלענערע טיילכעלעך, וואָס באַשטייען יעדערע בלויז פון איין שטאָף — פון דעם אָדער יענעם עלעמענט. וואָרום די עלעמענטן לאָזן זיך טיילן ווייטער ווי די צוזאַמענגעזעצטע שטאָפן. די עלעמענטן באַשטייען פון די קלענסטע טיילכעלעך — „אַטאָמען", אין אזוינע „אַטאָמען" פון צוויי אָדער מערער עלעמענטן באַהעפטן זיך און בילדן די מאָלעקולע פון דעם צוזאַמענגעזעצטן שטאָף. דער אונטערשיד צווישן די עלעמענטן נעמט זיך דערפון, וואָס יעדער עלעמענט האָט זיך זיינע אַטאָמען, וועל-

בע זענען ביי אים, פאַרשטייט זיך, אַלע גלייך צווישן זיך. היות, ווי עס זענען פאַראַן 92 פאַרשידענע עלעמענטן, קומט אויס די אַנטערשטע שורה, אַז די נאַטור פאַרמאָגט 92 פאַרשידענע מינים קליינינטשקע ציגל-שטיינער, וואָס פון זיי איז אויסגעבויט אַלץ אַרום אונז. ווי-זשע איז גרויס אַן אַטאָם, לאָמיר זאָגן פון לייכטסטן שטאָף וואַסער-שטאָף? ער איז ווי אַלע אַטאָמען אַזוי קליין, אַז אין די בעסטע מיקראָסקאָפּן זעען מיר אים נישט און וועלן אים קיינמאָל דירעקט נישט זען. אַזאַ טבע האָבן שוין די ליכטיקייט-שטראַלן, אַז די בעסטע פאַרגרעסערונג-אַפּאַראַטן וועלן אונז קיינמאָל נישט ווייזן דעם אַטאָם. נישט געאַכט דערויף האָט מען אויף פאַרשידענע אופנים אויסגעמאָסטן די גרויס פון דעם נישט-געזעענעם אַטאָם. אַן אַטאָם וואַסער-שטאָף פאַרנעמט אָרט בערך ווי אַ קייקעלע מיט אַ דיאַמעטער פון ~10— סמ. און די מאַסע פון אַן אַטאָם וואַסער-שטאָף באַטרעפט 10^{-24} גראַם.

די דאָזיקע צאָלן זאָגן אונז גאָרנישט, מיר קענען זיך אַבסאָליוט נישט פאָרשטעלן, וואָס איז דאָס אַזוינס אַ הונדערט-מיליאָנטסטל טייל פון אַ סאַנטימעטער. מיר וועלן עס פאַרטייטשן און וועלן זאָגן, אַז די גרויס פון איין סאַנטימעטער פאַרהאַלט זיך צו דער גרויס פון דעם אַטאָם. ווי בערך 10 סאַנטימעטער צו דעם דיאַמעטער פון דער גאַנצער ערד, און אַז די מאַסע פון דעם אַטאָם פאַרהאַלט צו דער מאַסע פון איין גראַם בערך אַזוי, ווי די מאַסע פון 10 קילאָ צו דער מאַסע פון דער גאַנצער ערד.

די אַטאָמען באַהעפטן זיך ביים וואַסער-שטאָף פּאָרווייז אין מאָלעקולן, און אין איין קוביק סאַנטימעטער וואַסער-שטאָף-גאַז געפינען זיך אַרום 27 טריליאָן מאָלעקולן.

27 טריליאָנען דאָס איז 27 מאָל 10^{18} מיר זענען אַזוי געוווינט צו רעכענען אויף מיליאָנען און מיליאַרדן, אַז פון טריליאָנען ווערן מיר אויך נישט נתפּעל. טאָ לאָמיר זיך פּרוּוון פאָרשטעלן וואָס באַדייט אַ קאַפּיטאַל פון 27 נאָל 10^{18} גילדן. אויב דער דאָזיגער קאַפּיטאַל זאָל באַשטיין לויטער פון גרויסע באַנקנאָטן צו האַלבן מיליאָן און אויב מען זאָל אָוועקזעצן אַ אַרמיי פון טויזנט קאַסירער, וועלכע זאָלן טאָג און נאַכט אַרבעטן אָן אַן אויפהער, אויסציילנדיק צו הונדערט באַנקנאָטן אין אַ מינוט, וואָלט די אַרבעט געדויערט ביי זיי — 1000 יאָר. און 27 מאָל 10^{18} מאָלעקולן געפונען זיך פּאָרט אין איין קוביק-סאַנטימעטער. ווי קליין די מאָלעקולע איז, ס'וועט נעבן צו פאָרשטיין נאָך פּאָלגנדיקער חשבון. אויב מען זאָל אימשטאַנד זיין אָנצוטאָפּן יעדער מאָלעקול פאַר זיך און אָנצוטאָן זיי אַלע אויף אַ געהעריק דינעם שנירל ווי

קרעלן. וואָלט דער דאָזיגער „שנירל" געהאַט אין דער לענג נישט מער און נישט ווייניקער ווי 11 מיליאָן קילאָמעטער, און מען וואָלט אים במעט 300 מאָל געקענט ארומציען ארום דער ערד. אָט אזא „שנירל" וואָלט זיך אויסגעוויקלט פון איין קוביק-סאַנטימעטער.

די וויסנשאפט איז אריינגעדרונגען נאָך ווייטער אין די טיפענישן פון אטאָם, (מירן ריידן וועגן דעם שפּעטער אין קאַפּיטל VII) און האָט ארויסגעפונען, אז דער אטאם האָט א קאָמפּליצירטן געבוי און באַשטייט פון א קערנדל מיט פּאָזיטיווער עלעקטרישער לאַדונג און פון עלעקטראָנען אָדער טיילכעלעך פון נעגאַטיווער עלעקטרי. דער דיאַמעטער פון אַן עלעקטראָן איז בערך איין הונדערט-טויזנט מאָל קלענער פון דעם דיאַמע-טער פון אטאָם, און דאָס קערנדל איז אויך אזוי קליין. די גרויס פון אַן אטאָם-קערנדל איז נאָך פּולקום-גענוי נישט באַרעכנט. דערפאַר האָט מען באַרמאַגט גאַנץ גענוי אָפּצוּוועגן אי א אטאָם אי אַן עלעקטראָן. אַן אטאָם וואַסער-שטאָף וועגט, ווי מיר האָבן שוין געזאָגט 10^{24} גראַם און אַן עלעקטראָן האָט א מאַסע פון 10^{26} גראַם.

ווי אזוי מען מעסט אטאָמען און עלעקטראָנען — איז נישט דאָ דער אָרט צו באַשרייבן. פאַר אונז איז דאָ בלויז נויטיג צו זאָגן, אז מען באַנוצט זיך דערצו מיט שטראַלן, — שטראַלן פון ליכטיקייט און ענלעכע ביז צו די רענטגען-שטראַלן, און צו די שטראַלן וועלכע עס גיבן ארויס פון זיך די ראַדיאָ-אַקטיווע שטאָפן. אָט די שטראַלן געהערן צו דער זעלביקער מיקראָ-וועלט, קליין-וועלט, ווי די אטאָמען און ווי עלעקטראָנען און פאַרמאָגן נאָך אקעגן זיי א געוואלדיקע מעלה. די גרויס און די מאַסע פון אטאָמען ווערן באַשטימט שטענדיק אומדירעקט, דאַגעגן שטראַלן מעסט מען דירעקט, און די דאָזיקע מעסטונג געהערט איצט צו די גענויסטע און זיכערסטע אין דער גאַנצער נאַטורוויסנשאַפט. וואָס הייסט מעסטן שטראַלן? פאַרשידנאַרטיקע שטראַלן אונטערשיידן זיך צווישן זיך דורך די לענג פון זייערע וועלן, אַנדערש גערעדט, — דורך דעם פאַרנעם פון זייערע וויברירונגען. די ליכטיקייט-שטראַלן, וועלכע ווירקן אויף אונזער אויג און האָבן די קאָלירן פון רעגן-בויגן, נעמען זיך פון וויברירונגען, וואָס די לענג פון זייער וועל איז קלענער פאַר 10^{3} סמ. און גרעסער פאַר 10^{5} די טונקעלע רענטגען-שטראַלן און די ענלעכע צו זיי ראַדיאָ-אַקטיווע שטראַלן, וואָס מיר זעען זיי נישט, אָבער וואָס מיר זיינען אימשטאַנד אַנדערש צו דערשפּירן זייער ווירקונג, צייכענען זיך אויס דערמיט, וואָס די לענג פון זייערע וועלן איז אין פיל מאָל קלענער. אָט די קירצעסטע שטראַלן פּאַסן אקוראַט צו דער קליין-וועלט פון די מאָלעקולן, אטאָמען און עלעקטראָנען, און דאָס גיט אונז א שטיקל באַגריף, פאַרוואָס

איז פאראן אזא גרויסע קרובהשאפט צווישן דער פיזיק פון שטראלן און פיזיק פון אטאמען.

4

אין די עלעקטראנען און אטאם קערנדלעך זיינען מיר דערגאנגען צו דער קלענסטער קליינקייט. איצט וועלן מיר זיך אומקערן צוריק און וועלן פרווון דערפירן אונזער איבערזיכט ביז צו די גרעסטע גרויסן, וואס זיינען באקאנט אין דער נאטור. מיר וועלן מוזן דערביי פארלאזן די ערד און זיך אריבערטראגן אין די ווייטע הימל-ווייטענישן. אנהויבן וועלן מיר ווידער פון דער ערד. —

די וועלט פון בעלי-חיים האט פון אונזער איצטיקן שטאנדפונקט א קנאפן אינטערעס. מיר האבן זיך באקענט מיט באקטעריעס — ברואים, וואס קענען זיך אויסלייגן 10 טויזנט שטיק אויף א סאנטימעטער. לגבי זיי וואלט מען איצט, אין דער גרויסוועלט, געדארפט האבן ברואים פון 10 טויזנט סמ. אדער 100 מעטער די גרויס: אזוינע בעלי-חיים זיינען איצט נישטא אויף דער וועלט. דער וואלפיש, דער גרעסטער פון די זוי-גערס, דערגרייכט אין אויסנאם-פאל ביז 24 מעטער די לענג, דאס הייסט ביז צו א קנאפע פערטל פון 100 מעטער. גרעסערס קאן מען באגעגענען אין דער וועלט פון די געוויקסן. אייקאליפטוס-ביימער אין וועלינגטאנ-יען דערגרייכן ביז צו 150 מעטער די הייך. אין די ימים זיינען פאראן וואסער-געוויקסן, וואס זיי זיינען נאך לענגער און ציען זיך ביז אויף אי-בער 300 מעטער, דאס הייסט 3×10^4 סמ. אבער אין דער קליין-וועלט האבן מיר זיך באקאנט מיט באקטעריעס, וואס ווערן געמאסטן אויף הונדערט-טויזנטסטלעך פון סאנטימעטער. לגבי זיי וואלטן מיר איצט געמוזט ארויסשטעלן ריזיקע קילאמעטער-לאנגע ברואים. אזוינע באשעפענישן זיינען נישטא, אפילו צווישן געוויקסן, און אויך די גרעסטע געבויען, וואס דער מענטש האט קינסטלעך געשאפן, דערגרייכן נישט צו אזא מדרגה, אמאל איז דער גרעסטער וואונדער פון דער וועלט געווען די פיראמידן פון מצרים. די גרעסטע פיראמידע איז געבויט אויף א קוואַ-דראט מיט א זייט לענג פון 232 מעטער און האלט 147 מעטער די הויך. די נייע צייט האט געשאפן גרעסערע וואונדער: א שיף ווי די „לייזיטאניא" אדער „מאוריטאניא" האלט אין דער לענג 240 מעטער און די דאמף-טורבינען פון אזא שיף וועגן מערער ווי דער גרעסטער וואלפיש. דער באַ-רימטער אייפעלטורעם אין פאריז דערהויבט זיך אויף 300 מעטער. די טורעמס פון אנדערע גרויסע ראדיאסטאציעס זענען אביסל נידעריקער.

צו קילאָמעטער לאַנגע געגענשטאַנדן קומט דאָס אַלץ נישט. היינט ווען געגנשטאנדן וואָס לויט זייער לענג זאָל מען זיי קענען אנטקעגנשטעלן דעם אטאָם אָדער דעם עלעקטראָן, — איז אינגאנצן איבעריק צו דערמאָנען. אַזוינע געגנשטאַנדן וואָלט געמוזט האַלטן 10_8 סמ. און 10^{13} סמ — אנדערש גערעדט, טויזנטער קילאָמעטער און הונדערטער מיליאָנען קילאָמעטער. דאָס לעצטע איז גרעסער פאַר דער גאַנצער ערד, פאַר דער גאַנצער זון, און שפּאַרט אַריין אין די אַסטראָנאָמישע אָפּשטאַנדן פון דער ערד ביז צו דער זון. אָט אַזוי איז אונזער גרויסוועלט הינטערשטעליק אין פאַרגלייך מיט דער קליינוועלט. מיר וועלן אָפּשניידן אַביסל בעסער, אויב מיר וועלן נעמען אין אכט נישט די לענג, נאָר די מאַסעגעוויכט. מיר ווייסן, אַז אַן אַטאָם וועגט 10^{-24} גראַם. צי איז פאַראַן פון דער אַנדער זייט עפּעס אַזוינס וואָס זאָל וועגן 10^{24} גראַם? עס איז ווילד צו שטעלן אַזאַ פראַגע, וויבאַלד דער גאַנצער ערד־קויל וועגט 6 מאָל 10^{27} גראַם. א געגנשטאַנד, וואָס זאָל האָבן אַ מאַסע 10^{24} גראַם, וואָלט אויסגעמאַכט $\frac{1}{6000}$ פון דער ערד, און עס פאַרשטייט זיך, אַז אַזוינס איז נישטאָ. היינט אַ געגנשטאַנד, וואָס זאָל זיך אין דער גרויסוועלט קענען גלייכן מיט דער מאַסע פון אַן עלעקטראָן, וואָלט געדאַרפט האָבן אַ מאַסע 10^{28} גראַם, דאָס הייסט, — זיין גרעסער ווי די גאַנצע ערד...

נאָר פאַרוואָס זאָלן מיר זיין אַזוי צוגעקלעפּט צו דער ערד? פאַרוואָס זאָלן מיר נישט גיין ווייטער און זיך נישט אַריבערקלייבן אויף אַנדערע פּלאַנעטן? אויף אַנדערע זונען? דאָס וואָס מיר האָבן נישט פאַרלאָזן די ערד ביים באַהאַנדלען די קליינקייט דאַרף אונז נישט אָפּשרעקן איצט. עס איז דערוויזן, אַז די זעלביקע עלעמענטן, וואָס פון זיי איז געבויט די ערד, זיינען פאַראַן אויך אויף די אַנדערע הימלישע קערפּערס. אַזוי אַרום איז אַלץ, וואָס מיר האָבן פריער געהאַט געזאָגט אויף די אַטאָמען און עלעקטראָנען, גילט נישט בלויז פאַר דער ערד, און ביים באַטראַכטן די גרויסקייט מעגן מיר בכן אַוועקגיין אין די הימלשע ווייטענישן.

אומענדלעך ווייט דוכט זיך אונז אויס דער הימל, אומענדלעך די צאָל שטערן אין הימל, און דאָך האָט דער מענטש פאַרמאָגט אַריינצודרינגען אין דער דאָזיקער אומענדלעכקייט און טיילוויז אויסצופירן דאָרטן אויסערסט גענויע מעסטונגען, טיילוויז אַרויסצוזאָגן השערות, וועלכע זיינען אַזוי גוט ווי דערוויזן. בנוגע צו דער זון גופא האָבן מיר העכסט גענוי דאַטן. דער לעזער וועט געפינען די וויכטיקסטע פון זיי צונויפגעשטעלט אין אַ טאַבעלע אין דריטן קאַפּיטל. איר וועט זען, למשל,

פון דער טאבעלע, אז די מאסע פון דער זון איז אזוי גרויס, אז מען קען די זון צעקלאפן אויף 333,432 שטיקער, וואס איטלעך שטיק זאל האבן די מאסע פון דער ערד. די גאנצע מאסע פון דער זון באטרעפט $21\cdot10^{33}$ גראם, — מערער ווי אין הונדערט-טויזנט מאל גרעסער פארן ריז, וועלכן מיר האבן פריער געוואלט אנטקעגן שטעלן דעם עלעקטראן.

וויפל איז פאראן אזעלכע זונען אין דער וועלט און ווי גרויס איז דער אפשטאנד צווישן זיי? ביז נישט לאנג האט מען נישט געוווסט אויף גענוי, ווי גרויס איז אייגענטלעך די מאסע פון די שטערן, צי זיינען זיי טאקע לויט דער מאסע געגליכן צו דער זון אדער אפשר זענען זיי נאך שווערער אדער, פארקערט, לייכטער. לויט די נייסטע פארשונגען קומט-אויס, אז די אזוי-גערופענע „אומבאוועגלעכע" שטערן האבן ווירקלעך א מאסע בערך ווי ביי דער זון. די לייכטעסטע פון זיי זיינען בערך 10 מאל לייכטער פאר דער זון, די שווערסטע אין 50—30 מאל שווערער פאר דער זון. וויפל זשע איז פאראן אזעלכע שטערן? מיטן בלויזן אויג קען מען אויסציילן אויפן הימל ביז 5500 שטערן, אבער דאס איז „א טראפן אין ים" לגבי דער אלגעמיינער צאל שטערן. כדי צו פארצייכענען און אויסצופארשן שטערן, באנוצט מען זיך מיט פאטאגראפיעס פון שטערן-הימל. די גרויסע אבסערוואטאריעס פון גאר דער וועלט, האבן לויט אן אפמאך פארטיילט צווישן זיך די ארבעט פון פאטאגראפירן דעם הימל, און ווען דער גאנצער אטלאס מיט די פאטאגראפיעס וועט זיין פארטיק, וועלן זיך אין אים געפונען בילדער פון אן ערך 30 מיליאן שטערן. פאראן נאך א קאלאסאלער סכום שטערן, וועלכע לייכטן צו שוואך, אום צו ווירקן אויף א פאטאגראפישער פלאטע, און מען רעכנט, אז דער גאנצער סכום שטערן אין דער וועלט גייט זיבער אין די הונדער-טער מיליאנען.

אום צו ענטפערן אויף דעם צווייטן טייל פון דער פראגע, אום צו מעסטן די הימלישע אפשטאנדן וועלן מיר פריער איינפירן א נייע מאס פאר די לענגען — דעם „ליכט יאר". א באגריף וואס איז פארבונדן מיט דער פארשפרייטונג פון ליכטיקייט, און וואס נויטיקט זיך אין אן גענויער אויסטייטשונג. פון די צענדליקער און הונדערטער מיליאנען שטערן-זונען ווייסן מיר עפעס וואס א דאנק דעם, וואס זייערע ליכטיקייט שטראלן דערגייען צו אונז פריער אדער שפעטער. פריער אדער שפעטער, ווארום ליכטיקייט-שטראלן פאדערן צייט אום צו פארשפרייטן זיך. אויב מיר, אויף דער ערד, שפירן עס נישט און ווייסן נישט געוויינטלעך דער-פון איז עס דערפאר, וואס ליכטיקייט פארשפרייט זיך מיט א קאלאסאלער געשווינדקייט. געשווינדקייטן ווערן געמאסטן מיט דעם שטח, וואס דער

באוועגנדיקער געגנשטאנד גייט-דורך אין א סעקונדע. און כדי צו האָבן א באגריף ווען דער ליכט געשווינדקייט, מוזן מיר זיך אומקוקן אפריער, ווי האלט עס מיט געשווינדקייטן ביי אונז אויף דער ערד.

5

כדי צו האָבן די נויטיקע אינפאָרמאציע, טוען מיר איינפאך. מיר צפענען א לערנבוך פון פיזיק און געפינען א געשווינדקייט-טאבעלע.

פאמעלעך איז דער גאנג פון דעם מענטשן. א דורכשניטלעכער פוסגייער מאכט אנדערהאלבן מעטער אין א סעקונדע, גאָר ווייניק איז עס פונדעסטוועגן נישט, וואָרום א פערד, וואָס שלעפט א וואָגן מיט משא פוס-גייער אָדער א רייטער, וואָס זיין פערד גייט טריט-ביי-טריט, באוועגט זיך נאָך פאמעלעכער. א מענטש קען אויך לויפן. דעמאָלט מאכט ער העכער צוויי מעטער אין א סעקונדע, און גיך-לויפער ביים וועט-לויף באוועגן זיך דריי מאָל אזוי געשווינד. דערפון דרינגען מיר אפ, אז עס איז א גוזמא, ווען דאָס פאלקסווערטל זאָגט: „ער טראָגט זיך ווי א ווינט". צו א ווינט איז עס נאָך ווייט. א מעסיקער ווינט לויפט דורך צען מעטער אין א סעקונדע. און דער מענטש איז הינטערשטעליק לגבי דעם ווינט. א פערד פארקערט קען זיך יא מעסטן מיטן ווינט. א פערד אויף א וועט-לויף מאכט ביז 25 מעטער א סעקונדע. דאָס איז מערער ווי די געשווינדקייט פון א שנעל-צוג און אפילו א שטורם-ווינט. דער שנעל-צוג ווידער איז הינטערשטעליק לגבי די נייעמאָדישע מיטלען פון דער קאָמוניקאציע. אן אויטא מאכט ביז 55 מעטער א סעקונדע, אן עראָפּלאן ביז 86 מעטער. וואָס פאר א גוואלטיקע לויפעניש דאָס איז, גיט אונז צו פארשטיין די זעלביקע טאבעלע אונזערע. מיר זעען פון איר, אז די ווילדעסטע שטור-רעם-ווינטן גרייכן נישט אין זייער אימפעט צו 40 מעטער אין א סעקונדע.

אָט דאָס אלץ האָבן מיר ארויסגעלייענט פון דעם לערנבוך. עס איז פארפאסט פון אן אנערקענטן פאכמאן. מען קען זיך אויף אים פאר-לאָזן, און אלץ וואָלט שוין געווען פארענטפערט ווען נישט איין קליי-ניקייט. אונזער לערנבוך איז אפגעדרוקט אין יאָר 1921, און די צייט באוועגט זיך אזוי גיך, אז ווער ווייסט וואָס האָט זיך געקאָנט מאכן פאר די לעצטע פינף יאָר נאָכן ערשיינען פון בוך. מען מוז זוכן נייע אינפארמאציעס. מיר זוכן און געפינען. א פראנצויזישער פראָפעסאָר האָט פארעפנטלעכט א צוזאמענשטעל פון די לעצטע דערגרייכטע גע-שווינדקייטן, און עס באשטעטיקט זיך טאקע, אז דער גוטער לערנבוך פון פאר פינף יאָרן איז ביי-היינט צו-טאָג פארעלטערט!

פריער פאר אלץ — דער מענטש האט אנגעיאגט דעם ווינט. איינער א וועט-לויפער איז דורכגעלאפן 100 מעטער אין 10 סעקונדן מיט עפעס, ד.ה. ער איז געלאפן מיט א געשווינדקייט פון 10 מעטער — סעקונדע. אמת, דאס איז געווען א אזוי גערופענער רעקארד-געשווינדקייט און מען טאר נישט דרינגען, אז א מענטש איז אין אלגעמיינעם אימשטאנד זיך צו באוועגן אזוי גיך. אנדערש איז מיט דער אייזנבאן, און דערין שטעקט איר כוח. אין דעם לערנבוך האבן מיר געלייענט, אז א שנעלצוג גייט 22 מעטער אין א סעקונדע. איצט שטעלט זיך ארויס, אז פאר די לעצטע 5 יאר איז די דאזיקע געשווינדקייט אויסגעוואקסן ביז צו 28 מעטער — סעקונדע, אדער ביז 100 קילאמעטער א שעה. דאס מיינט מען די אייזנבאן מיט א דאמף-לאקאמאטיוו. די עלעקטרישע אייזנבאנען האבן דערגרייכט מער ווי א דאפלטע געשווינדקייט פון 60 מעטער — סעקונדע אדער 208 קילאמעטער א שעה.

מילא, אויף די גרויסע אויפטוען פון דער אייזנבאן איז נישטא וואס זיך צו וואונדערן. די אנטוויקלונג פון דער אייזנבאן דויערט איבער 100 יאר און אזא טערמין קלעקט פאר גרויסע דערגרייכונגען. און אמתן טעכנישן וווּנדער שטעלן מיט זיך פאר די נייע אויפטוען פון דער מאדערנער קאמוניקאציע. אויף א ראווער איז איינער דורכגעפארן 100 קילאמעטער מיט א דורכשניטלעכער געשווינדקייט פון 74 קילאמעטער א שעה, ד. ה. 21 מעטער א סעקונדע. אויף א אויטא איז דערגרייכט געווארן א געשווינדקייט פון 235 קילאמעטער אין א שעה (65 מעטער — סעקונדע), — דער אויטא האט איבערגעשטיגן די גרעסטע געשווינדקייט פון די עלעקטרישע באנען. אט דאס איז דערגרייכט געווארן אויף דער יבשה. אויפן וואסער דאגעגן איז נישטא קיין נייעס צו פארצייכענען. דאס וואסער איז א שטאף וואס שטעלט א צו גרויסן ווידערשטאנד דער באוועגונג פון א שיף, און די סאמע פלינקע קריגשיפן באוועגן זיך „פאמעלעך". זיי מאכן קוים 18 מעטער אין א סעקונדע, איצט ווי מיט 5 יאר צוריק. דערפאר איז די לופט נאכגיביק, און ווער עס האט דעם מוט צו פליען — קען געניסן פון דעם ריכטיקן קפיצת-הדרך.

קנאפע 20 יאר זיינען אלט די עראפלאנען, און פאר דער קורצער שפאן-צייט האבן זיי אויפגעטון נישט צו פארגלייכן מערער ווי די אייזנבאנען אויף דעם געביט פון געשווינדקייט. ווען די ערשטע עראפלאנען האבן זיך אויפגעהויבן אין לופטן און געמאכט די קורצע רייזעס, האט מען זיך נישט אויפגעהערט צו חידרושן, הגם די געשווינדקייט

זייערע האָט באַטראָפֿן עטלעכע צענדליק קילאָמעטער א שעה. א פּאָר יאָר איז אריבער און דער עראָפּלאַן האָט אנגעיאָגט און אריבערגעיאָגט די אמאָליקע אייזנבאַן, פליענדיק איבער 100 קילאָמעטער א שעה. ערב דעם וועלט קריג איז די רעקאָרד-געשווינדקייט געווען איבער 200 קילאָמעטער א שעה, און זינט דעמאָלדט גייט עס אלץ העכער און העכער: 330 קילאָמעטער א שעה צום יאָר 1922 ; 358 צום יאָר 1923 ; 429 צום יאָר 1924 ; 458 צום יאָר טויזנט ניין הונדערט פינפ-אוןצוואנציק ; דריי הונדערט פינפאונאכציק צום יאָר טויזנט ניין הונ-דערט דרייאונצוואנציק ; פיר הונדערט ניין אונאונצוואנציק צום יאָר טויזנט ניין הונדערט פיראונצוואנציק ; פיר הונדערט אכטאונפערציק צום יאָר 1925 ; 448 קילאָמעטער א שעה באדייט 123 מעטער אין א סעקונדע, — דאָס געהערט שוין צו דער מדרגה פון יענע געשווינד-קייטן, מיט וועלכער עס באוועגן זיך קוילן פון ביקסן און הארמאַטן.

די דאָזיגע לעצטע געשווינדקייטן ווערן אויך דורך אונז מענטשן געשאפן אויף דר'ערד, און לאָמיר זאָגן וועגן זיי עטלעכע ווערטער. פאַר דעם וועלט-קריג האָט מען גערעכנט, אז א הארמאט-קויל קען פליען מיט א געשווינדקייט העכסטענס 600 מעטער אין א סעקונדע. אין די יאָרן פון קריג זיינען געשאפן געוואָרן הארמאטן וואָס פלעגן אויסשיסן קוילן מיט א געשווינדקייט פון א קילאָמעטער א סעקונדע און נאך מע-רער. מען דערציילט, אז דער פארבארגענער ריזן-הארמאַט, וואָס די דייטשן האָבן געהאַט אויסגעבויט אויף צו באשיסן פאריז אויף אַן אָפּשטאנד פון 120 קילאָמעטער, האָט געשיקט אין דער הויפּט-שטאָט פון פראנקרייך קוילן, וועלכע פלעגן ארויספליען מיט הער געשווינד-קייט פון 1340 מעטער אין א סעקונדע! דאָס איז דריי מאָל אזוי פיל ווי די גיכקייט, מיט וועלכער עס פארשפרייט זיך קלאנגען אין דער לופט.

6

עס קען גריילער געמאָלט זיין, אז ווען דאָס בוך וועט קומען צום לעזער אין האנט, וועט די אָדער יענע פון די אָקארשט געבראכטע צי-ערן שוין זיין פארעלטערט. עס וועלן אפשר געשאפן ווערן ניע רעקאָרדן, ווארום אונזער צייט שטייט אונטערן צייכן פון די גרעסטע געשווינד-קייטן. נאָר ווי גלענצנד עס זאָלן נישט זיין די נייע רעקאָרדן וועט אלץ בלייבן א אומבאשרייבלעכער תהום צווישן אלע אונזערע ערדישע גע-שווינדקייטן און דער לופטגעשווינדקייט: ליכטיקייט פארשפרייט זיך

UTLEY BRANCH YIDDISH 500 426 c.1

מיט דער גיכקייט פון דריי הונדערט טויזנט קילאָמעטער אין אַ סעקונדע ד. ה. דריי מאָל 10^{10} סאַנטימעטער אין אַ סעקונדע!

לאָמיר זיך פאָרשטעלן אויף דער ערד אַ האַרמאַט, וואָס איז אימשטאַנד אויסצושיסן ביז צו דער זון, דאָס הייסט — אַז די גראַנאַטע וועט פליען (נישט געאַכט אויף דעם צוציאונגס-קראַפט פון דער ערד) אין אַ גראַדער ליניע ביז צו דער זון און כסדר מיט דער פריער דערמאָנטער געשווינדקייט 134 טויזנט סאַנטימעטער אַ סעקונדע. אַזוי ווי די זון איז דערווייטערט פו דער ערד אויף $15x10^{2}$ סמ. (150 מיליאָן קילאָמעטער) ווייזט אַ פּשוטער חשבון, אַז די קויל וועט פליען צו דער זון העכער דריי מיט האַלבע יאָר. דאָס פייער פון שאָס וועט מען אָקעגן דערזען אוף דער זון שוין אין 8 מינוט (גענויער 500 סעקונדעס) נאָכן שאָס. ביי אַזאַ קאָלאָסאַלע געשווינדקייט פון ליכטיקייט קענען מיר זי אויף דער ערד נישט באַמערקן, — אין איין סעקונדע איז אַ ליכטיקייט-שטראַל אימשטאַנד אַרומצופליען עטלעכע מאָל אַרום דעם ערד-קויל. פונדעסטוועגן האָבן געלערנטע געפינען מיטלען אויסצומעסטן אַט די ליכטגעשווינדקייט דורך פּרוּוון אין לאַבאָראַטאָריעס.

מיר האָבן פאַרפירט וועגן דעם אַ רייד כדי צו דערקלערן, וואָס איז אַזוינס אַ „ליכטיאָר". דאָס איז דער מהלך, וואָס אַ ליכטיקייט-שטראַל גייט-דורך אין משך פון אַ יאָר צייט. אַ „ליכט-יאָר" איז אויף אַזוי פיל גרעסער פאַרן אָפּשטאַנד פון דער ערד ביז צו דער זון, אויף וויפל אַ יאָר צייט איז גרעסער פאַר 8 מינוטן.

איצט זייט וויסן, אַז דער נאָנסטער שטערן איז דערווייטערט פון אונז אויף 4 ליכטיאָר, דאָס הייסט — זיין אָפּשטאַנד פון דער ערד באַציט אַזוי צום אָפּשטאַנד זון — ערד, ווי אַ יאָר צייט צו 2 מינוטן צייט. דאָס איז דער נאָנסטער שטערן, די איבעריקע זיינען נאָך מער דערווייטערט פון אונז, און די אַסטראָנאָמיע געברויכט איצט אַ נאָך גרעסערע מאָס פאַר אירע אָפּשטאַנדן: דאָס איז די „שטערנווייטקייט", וואָס האַלט $3\ 1/_{4}$ ליכטיאָרן און איז אין 206,265 מאָל גרעסער פאַרן אָפּשטאַנד זון-ערד. די אַסטראָנאָמען זיינען זיך משער, אַז די גאָר ווייזע שטערן געפינען זיך פון אונז אויף אַ מהלך פון טויזנטער „שטערנווייטקייטן".

פריער כל-זמן מיר האָבן נישט געוואָלט זיך צושיידן מיט דער ערד, איז אומזיסט געווען אונזער מי צו געפונען עפּעס, וואָס זאָל זיך לויט דער גרויס קענען גלייכן מיט דער קליינקייט פון דער קליינוועלט. איצט זעען מיר, אַז אין דער גרויסוועלט האָבן מיר דערגרייכט פיל העכערע מדרגות ווי אין דער ערשטער וועלט. דער אָפּשטאַנד ערד-זון קאָן זיך שוין

DETROIT MICH.

אנטקעגנשטעלן דער קליינקייט פון עלעקטראנען, און לגבי די „ליכטיארן" און „שטערנווייטקייטן" זענען הינטערשטעליק די עקסטע קליינקייטן פון דער קליינוועלט.

טויזנטער „שטערנווייטקייטן" — מיר קענען פאר קיין פאל נישט משיג זיין אזוינע ווייטענישן. עס עפנט זיך פאר אונז א תהום, און עס ווילט זיך פרעגן: צו וואס נוצן אונז אזוינע אויסמעסטונגען? וואס האבן מיר געוואונען אין פארגלייך מיט דער אמאליקער פשוטער פארשטעלונג, אז די וועלט איז אומענדלעך-גרויס און אז מיר זענען נישט אימשטאנד זי אויסצומעסטן? צי דען איז פאראן ערגעץ א גרענעץ פאר די שטחים פון טויזנטער „שטערנווייטקייטן"? דער ענטפער איז, אז אויך אין דער גרויסוועלט האלט מען דאך ביים דערגיין צו דער לעצטער גרויסקייט.

ערשטנס, גילט איצט אין דער נאטור-וויסנשאפט פאר דערוויזן, אז די געשווינדקייט פון ליכטיקייט איז די גרעסטע אין דער וועלט, אז קיין גרעסערע איז נישטא און קען נישט זיין, און דאס איז, אדאנק די טעאריעס פון אלבערט איינשטיין, געווארן איינער פון די פונדאמענטן פון דער נייער נאטור-קענטשאפט. צווייטנס, האלטן די אסטראנאמען פאר העכסט ווארשיינלעך, אז די וועלט מיט אירע הונדערטער מיליאנען שטערן איז נישט אומענדלעך. די וועלט איז אומבאגרענעצט אין דעם זעלביקן זין, ווי יעטוועדער קויל איז אומבאגרענעצט מחמת זי האט נישט קיין אנהויב און קיין סוף אבער ווי א קויל איז זי [פארט] ענדלעך ווען אפילו איר דיאמעטער זאל באטרעפן טויזנטער „שטערנווייקייטן". אויב די דאזיקע השערה זאל זיך ענדגילטיק באשטעטיקן, וועט בלייבן בלויז איין שריט, צו דערגיין די גרעסטע גרויסקייט פון דער נאטור, — צו באשטימען דעם דיאמעטער פון דער וועלט, און געלערנטע האבן שוין געמאכט דעם פרוב אפצושאצן די גרויס פון אט דעם דיאמעטער.

דער פראנצויזישער מאטעמאטיקער און דענקער פאסקאל האט אמאל געזאגט, אז דער מענטש שטייט אין דער נאטור צווישן צוויי אומענדלעכקייטן, דעם אומענדלעך-גרויסן און דעם אומענדלעך-קליינעם. אונזער איבערזיכט האט געזאלט געבן א שטיקל באגריף, ווי טיף דער מענטש האט מיט זיין שכל פארמאגט אריינצודרינגען אין דיביידע אומענדלעכקייטן, און איצט וועלן מיר אין די ווייטערדיקע קאפיטלען זיך באקענען מיט איינצל-פראגן פון דער גרויסוועלט און פון דער קליינוועלט.

II

זון און שטערן

זון דער אורקוואַל פון ענערגיע. — די אייגנשאַפטן פון די זונען-שטראַלן. — ספּעקטרען און ספּעקטראַלער אַנאַליז. — גייציייטיקע אָבסערוואַטאָריעס.

1

פון אַלע הימל-קערפּער, וועלכע שיינען און לייכטן בייטאָג אָדער ביינאַכט, איז נישטאָ קיין צווייטער, וואָס זאָל פאַר אונז זיין אַזוי וויכטיק, ווי די זון. פון דער זון דערהאַלטן מיר ליכט און וואַרימקייט. די זון איז בכלל דער אורקוואַל פון גאָר דער ענערגיע, וועלכע מיר פאַרמאָגן אויף אונזער ערד. לאָמיר זיך צוקוקן צו די איינפאַכסטע פאַלן, ווען עס ווערט פאַרברויכט ענערגיע. א מענטש טוט אַן אַרבעט, א פערד שלעפּט א וואָגן, אַן אָקס פירט דעם אַקער-אייזן. דער מענטש און דער בעל-חי דאַרף האָבן נאַרונג, אום צו טאָן די אַרבעט. די נאַרונג באַשטייט פון געוויקסן, און די געוויקסן וואַקסן און אַנטוויקלען זיך נאָר א דאַנק דעם, וואָס אונטער דער ווירקונג פון דער זון נעמען זיי אויף שפּייז פון דער לופטן, אַן דער זון, אָן איר ליכט און וואַרימקייט, וואָלטן נישט געווען קיין געוויקסן, און בעלי-חיים וואָלטן אומגעקומען אָן נאַרונג.

לאָמיר גיין ווייטער, לאָמיר נעמען דעם מענטשן אויף א העכערער מדרגה פון אַנטוויקלונג, ווען ער פאַרשטייט שוין אויסצונוצן די קראַפט פון שטראָמיקן וואַסער אָדער פון דעם ווינט. אויך הידראַזיקע מינים ענערגיע נעמען זיך פון דער זון, א דאַנק דעם, וואָס די זון-שטראַלן וואַרעמען די ערד, קומט פאָר כסדר פאַרדאַמפונג פון וואַסער, דער וואַסער-דאַמף הויבט זיך אויף אין דער געשטאַלט פון וואָלקנס, פון די וואָלקנס גייט רעגן אויף דער ערד, די רעגנס שפּייזן די קוואַלן און טייכן, און אַט אַזוי ווערן אויפגעהאַלטן די שטראָמיקע וואַסערן. די זעלביקע וואַרימקייט פון דער זון ווירקט אויף דעם לופט-צודעק פון דער ערד; די מאַסן פון דער לופט ווערן אין איין אָרט אָנגעוואַרימט, אין דעם אַנדערן אָפּ-

נעקילט. די קאַלטע און וואַרימע לופט-מאַסן שטרעבן צו אַן אויסגלייך און אַזוי אַנטשטייען ווינטן, עס דרייען זיך ווינט-מילן און ד. גל.

לאָמיר נעמען די נייערע טעכנישע דערגרייכונגען, די מאַשינען, וואָס אַרבעטן אויף שטיין-קוילן אָדער נאַפט. ווער האָט געשאַפן די געוואַלטיקע לאַגערן פון שטיין-קוילן? ווידער אַמאָל די זון. אין די אוראַלטע צייטן פון דער ערד-געשיכטע האָבן גרויסאַרטיקע וועלדער איינגעזאַפט אין זיך די ענערגיע פון דער זון. ביי געוויסע באַדינגונגען זענען דיזאָזיקע וועלדער פאַרגליווערט און פאַרשטיינערט געוואָרן, און איצט גראָבן מיר אויס זייערע רעשטן און באַצייכענען זיי מיטן נאָמען שטיין-קוילן. ענלעך האָבן רעשטן פון געוויסע מינים בעלי-חיים זיך פאַרוואַנדלען אונטער דער ערד אין פּראָדוקטן, וועלכע זענען אונז באַקאַנט מיטן נאָמען נאַפט. דאָס באַטייט, אַז אויך די ענערגיע פון נאַפט שטאַמט סוף כל סוף פון דער זון.

וואָס פאַר אַ מין ענערגיע מיר זאָלן נישט נעמען, אַלץ שטאַמט פון דער זון. דאָס גאַנצע לעבן אויף דער ערד ציט יניקה פון דער זון. די געלערנטע האָבן אויסגערעכנט אַפילו מער ווייניקער גענוי דעם סכום ענערגיע, וועלכע די זון שענקט דער ערד. עס ווייזט זיך אַרויס, אַז ווען די גאַנצע ערד וואָלט געווען באַדעקט מיט אַ שיכט אייז 40 מעטער דיגרעב, וואָלט די זון-ענערגיע פאַרמאָגט אין איין יאָר צייט צו פאַרוואַנדלען דעם גאַנצן געוואַלדיקן שיכט אין וואַסער. אַ צווייטער חשבון האָט געוויזן, אַז דיזעלביקע ענערגיע וואָלט געקענט אויפטאָן דאָסזעלביקע, וואָס 29 מאָל 10^{13} פערד-קרעפטן. (פון דעם פריערדיקן קאַפּיטל ווייסן די לעזער, וואָס עס באַדייט אַזאַ צאָל). אַ קליינטשיקער טייל פון דערדאָזיקער ענערגיע וואָלט געקלעקט, אום צו באַוועגן אַלע מאַשינעס אויף דער ערד און צו פאַרשפּאָרן יעטוועדערע אַרבעט פון מענטשן און בעלי-חיים.

דערביי איז קלאָר, אַז די ערד געניסט אַ ווינציק קליינעם טייל פון דער זונען-ענערגיע. די זון איז דערווייטערט פון אונז אויף 150 מיליאָן קילאָמעטער. אומעטום אין דעם ריזיקן שטח אַרום איר שטראָמט איר ענערגיע, און אונזער ערד כאַפּט אויף פון דערדאָזיקער עשירות בלויז אַזויפיל, וויפיל עס פאַלט אַריין אין איר ווינקעלע. פון וואַנען זשע נעמט זיך אויף דער זון דיזאָזיקע רייכקייט פון ענערגיע? פאַרוואָס ווערט נישט אָפּגעשוואַכט די זון-שטראַלונג, פאַרוואָס ווערט נישט געמינערט דער גלאַנץ פון דער זון? די שאַרפסטע מוחות האָבן זיך אָפּגעגעבן מיט דער פראַגע און זענען נאָך אַלץ צו קיין ענדגילטיקן ענטפער נישט געקומען. די ערשטע דערקלערונג איז געווען, אַז די זון קילט

זיך נישט אָפּ דערפאַר, וואָס זי ווערט כסדר צונויפגעדריקט, און דער־ביי בילדעט זיך כסדר פרישע וואַרימקייט. עס איז באַרעכנט געוואָרן, אַז עס האַנדלט זיך דאָ וועגן אַזאַ קליינער צונויפּרעסונג, אַז מיטן אויג און אפילו מיט אַ טעלעסקאָפּ קאָן מען זי נישט באַמערקן. נאָר עס זע־נען געקומען אַנדערע און האָבן דורך גענויע חשבונות געוויזן, אַז אויב דאָס אַלץ וואָלט געווען ריכטיק, וואָלט די זון אויסגעלאָשן געוואָרן אין אַ וועלכע נישט איז 20 מיליאָן יאָר! מיר קאָנען זיך דאָס גאָר נישט פאָרשטעלן, און אין דעם לעבן פון די הימל-קערפּער איז דאָס אַ נישטי־קער טערמין. לויט דער איצטיקער וויסנשאַפט קומט אויס, און אין אַ שפּעטערדיקן קאַפּיטל באַטראַכטן מיר עס, אַז די ערד איז אין אַ סך מאָל עלטער, און די זון איז נאָך עלטער. אַזוי אַרום איז אָפּגעפאַלן די דערקלערונג וועגן דער צונויפּרעסונג פון דער זון, ווי דעם קוואַל פון איר ענערגיע. עס זענען אויפגעקומען נייע דערקלערונגען און זיי בינדן זיך מיט די נייסטע דערגרייכונגען פון פיזיק און כעמיע. מען רעכנט, אַז די זון אַנטהאַלט אין זיך אַ סך ראַדיאָ-אַקטיווע (שטראַלנדיקע) שטאָפן. דיזאָזיקע שטאָפן האַלטן אין איין צעפאַלן ווערן, און דערביי דאַרף פריי ווערן געוואַלדיקע מאַסן ענערגיע. נאָך איז מען משער, אַז אויף דער זון קומען פאָר אַזוינע פּראָצעסן — וואָס מיר אויף דער ערד האָבן וועגן זיי גאָר קיין אַנונג נישט. דהיינו: מען האָט אַרויסגעפונען, אַז די טעמפּעראַטור פון דער זון דערגרייכט אויף איר אויבערפלאַך ביז איבער 6000 גראַד און טיפער אין דער זון איז די טעמפּעראַטור נאָך גרעסער. עס קאָן דעריבער געמאָלט זיין, אַז אויף דער זון זאָלן פאָר־קומען נאָך אַנדערע פאַרוואַנדלונגען פון מאַטעריע, וועלכע קאָן דאָרטן אפשר גאָר צעפאַלן ווערן אין אורמאַטעריע, אַרויסגעבנדיק אַ אומ־באַשרייבלעכן סכום ענערגיע.

מען רעכנט, מען איז משער — און אויף זיכער ווייסט מען נישט, וואָרום די פראַגע וועגן דעם, וואָס אייגנטלעך, קומט פאָר אויף דער זון, געהערט צו יענע לעצטע פראַגן פון דער אַסטראָנאָמיע, וואָס וועלן נאָך אַזוי גיך נישט פאַרענטפערט ווערן. מיר וועלן זיך נישט אַריינ־לאָזן אין די טיפזיניקע השערות, וועלכע זענען געמאַכט געוואָרן. מיר וועלן זיך בעסער באַקענען מיט דעם, וואָס מען קען אויף זיכער זאָגן וועגן דער זון און וועגן אירע שטראַלן.

2

לאָמיר אָנהויבן דערפון, וואָס איז יעדן איינעם באַקאַנט. די זומער־צייט האָט פאַר אונז א באַזונדערן חן, א דאַנק דער באַזונדערער פראַכט פון דער זון אין אָט דער צייט פון יאָר. אויך אום ווינטער שיינט די זון אויפן הימל, אָבער דעמאָלט איז זי עפּעס אַן אַנדערע, נישט די זעלביקע, ווי אום זומער. פון וואַנען נעמט זיך אָט דער אונטערשיד? צי איז טאַקע די זון אום זומער ווירקלעך אַן אַנדערע ווי ווינטער־צייט, אָדער די סיבה פון דער דערשיינונג ליגט ערגעץ־ווו אַנדערש?

אַז נישט די זון איז דאָ שולדיק, ווייזן גענויערע באַטראַכטונגען פון דעמדאָזיקן הימל־קערפּער. דאָס ערשטע, וואָס עס וואַרפט זיך אין די אויגן, ווען מען קוקט אויף דער זון דורך א טעלעסקאָפּ זענען פלעקן אויף דער זון. דאָס זענען נישט קיין ריכטיקע פלעקן, נאָר פאַרטיפונגען אין די דרויסנדיקע שיכטן פון דער זון, דורך וועלכע מען קען אַריינקוקן אין די טיפער ליגנדיקע מאַסע פון דער זון. אָט די פלעקן זענען אין דער מיט פון דער זון שטענדיק ליכטיקער, ווי ביים ראַנד, און דאָס ווייזט, אַז די זון איז אַרומגערינגלט מיט א טונקעלערער אַטמאָספער, וואָרום די ליכטיקייט פון דעם זונען־ראַנד דאַרף דורכמאַכן א לענגערן וועג אין דער אַטמאָספער און דערביי ווערט זי מערער אָפּגעשוואַכט. אַן אינעווייניקסטער קערן, א פייערדיק־גליענדיקער און לייכטנדיקער שיכט אַרום אים, און א שוואַכע לייכטנדיקע אַטמאָספער איבער אים — דאָס זענען די דריי הויפּט־טיילן פון דער זון. די פלעקן אין דעם אייגנטלעך ליכטנדיקן שיכט באַוועגן זיך און בייטן זייער אויסזען, נאָר קיינמאָל מאַכט זיך נישט, אַז זיי זאָלן פאַרדעקן כאָטש א פינפהונדערטסטן טייל פון דער זון־אויבערפלאַך. אַזוי אַרום האָבן נישט קיין שום באַדייטונג פאַר אונז אַלע פאַרענדערונגען, וועלכע קענען געמאָלט זיין אויף דער זון. לויט אונזערע באַגריפן שטראַלט די זון מיט איין און דערזעלביקער קראַפט סיי זומער, סיי ווינטער.

מען וואָלט געקאָנט מיינען, אַז זומער־צייט דערנענטערט זיך די זון צו דער ערד און פאַרגלייך מיטן ווינטער. דער אָפּשטאַנד פון דער ערד ביז צו דער זון בייט זיך ווירקלעך אין פאַרלויף פון יאָר. דאָס נעמט זיך דערפון, וואָס די זון שטייט נישט גענוי אין צענטער פון דעם אוים־

נעצווינגענעם קרייז, אין וועלכן די ערד דרייט זיך ארום דער זון. די זון
געפינט זיך עטוואס אן א זייט פון דעמדאזיקן צענטער. אין דורכשניט
באטרעפט דער אפשטאנד זון — ערד 150 מיליאן קילאמעטער. צייטנ-
וויז דערנענטערט זיך די ערד צו דער זון, און דער אנגעוויזענער אפ-
שטאנד ווערט אויף א פאר מיליאן קלענער. דאס קומט אבער פאר איט-
לעכס יאר דוקא אום ווינטער און נישט אום זומער. א דאנק דעם שיקט
אונז די זון אין דעצעמבער אן ערד מיט 7 פראצענט מערער שטראלן, ווי
אין יוני. און פאר אונזער קלימאט איז עס זייער א גרויסע טובה. פאר-
וואס-זשע איז פארט אום זומער ווארימער?

דאס ביז-אהער געזאגטע איז אלץ געווען ריכטיק, ווען מיר בא-
טראכטן די זונען-שטראלן פאר זיך, ווי זיי ווערן ארויסגעשיקט פון
דער זון. היות ווי אום ווינטער האבן די שטראלן אדורכצומאכן א קור-
צערן וועג אין וועלט-רום, גייען זיי צו דער ערד מיט דער הוספה פון
10% לגבי זומער. און אום זומער וואלט געווען קעלטער, ווי אום ווינ-
טער, ווען די גאנצע זונען-שטראלונג זאל צו אונז דערגיין. אין דער נא-
טור גייט עס צו אנדערש. אלע אונזערע פריערדיקע אויסרעכענונגען וועגן
דער ענערגיע פון די זונען-שטראלן זענען געווען ריין-טעארעטישע. די
ערד, ווי א הימל-קערפער, באקומט טאקע פון דער זון אזויפיל ענערגיע,
ווי עס איז געווען אנגעוויזן, אבער מיר מענטשן און אנדערע לעבעדיקע
באשעפענישן באקומען נישט אינגאנצן דידאזיקע ענערגיע. א גרויסער
און גאר א גרויסער טייל ווערט פארהאלטן דורך דעם לופט-צודעק פון
דער ערד. בנוגע צו די זונען-שטראלן איז אונזער אטמאספער נישט
דורכזיכטיק, ווי דאס קען זיך אונז דאכטן. אין דער ווירקלעכקייט שפילט
די לופט לגבי די זונען-שטראלן די ראל פון א שירעם. די לופט שלינגט
איין א היפשן טייל פון דער שטראלונג און דערלאזט זי נישט צו אונז.
בכן באקומען מיר מערער זונען-שטראלן, ווען זיי מאכן דורך א קורצערן
וועג אין דעם לופט-אקעאן פון דער ערד, און פארקערט — ווייניקער
שטראלן, אויב זייער לופט-וועג איז א לאנגער. אט איצט ווערט פאר-
שטענדלעך, פארוואס די זון ווארימט אום זומער שטארקער. זומערצייט
שטייט די זון ביי אונז הויך אין הימל, אירע שטראלן דערגרייכן צו אונז
אויפן קורצסטן לופט וועג. אום ווינטער איז פארקערט, די זון שטייט ניד-
ריק, די שטראלן ראנגלען זיך מיט דער לופט אויף א לאנגן מהלך און ווערן
זייער און זייער אפגעשוואכט.

דאס איז נאך נישט אלץ. ווייניק וואס די לופט שוואכט אפ די
זונען-שטראלן — די לופט בייט נאך איבער דעם באשטאנד פון די
שטראלן.

כדי עס צו פארשטיין לאָמיר זיך דערמאָנען אַן א עכט-זומערדיקע דערשיינונג, א רעגנבויגן. ווען אין מיטן א רעגן שיינט אויף די זון, באַווייזט זיך אויפן הימל דער וואונדערלעכער רעגנבויגן, וועלכער שימערירט מיט זיינע בונטע פארבן פון רויט איבער געל, גרין, בלוי ביז צו טיף-פיאָלעט. דאָס זענען די זונען-שטראַלן אדורכגעגאנגען דורך די רעגנטראָפּנדלעך און האָבן זיך געבראָכן אין זיי, ווי אין געשליפענע גלעזלעך. פון איין ווייטער ליכטונג איז געוואָרן א גאנצע עשירות פון פארבן. דאָס אנטפּלעקט פאר אונז די אמת׳ע נאטור פון די זונען שטראַלן. דאָס גיט אונז צו פארשטיין, אז די שטראַלן פון דער זון אנטהאלטן אין זיך אלערהאנט מינים, ווערלונג די פארשידענע קאָלירן. מיר זעען מיט אונזער אויג די פארשידענע מינים, ווי זיי שיינען פאר אונז אין די פארבן פון רעגנבויגן. נאָר צי האָבן מיר די זיכערקייט, אז מיר זעען אלע אָן אויסנאָם מינים זונען-שטראַלן? אפשר אנטהאַלט די זונען-שטראַלונג נאָך אנדערע מינים שטראַלן, וועלכע ווירקן נישט אויף אונזער אויג, און וועלכע מיר קענען נישט זען? געוויסע איבערלייגונגען און פאקטן האָבן געבראכט צו דער איבערצייגונג, אז אויף די געשטעלטע פראגן דארף מען ענטפערן מיט „יאָ״. די זונען-שטראַלונג אנטהאלט טאקע פארשידענע מינים טונקעלע, נישט געזעענע שטראַלן. ווען אונזער אויג וואָלט געווען אנדערש געבויט, ווען מיר וואָלטן פארמאָגט צו זען די דאָזיקע שטראַלן, וואָלטן זיי געפונען זייער פלאץ אין רעגנבויגן העכער פון רויט און נידעריקער פון פיאָלעט. דערפון שטאמט זייער באצייכענונג אין דער וויסנשאפט: מען רופט זיי אולטרא-רויטע שטראַלן און אולטרא-פיאָלעטע שטראַלן. בנוגע צו די אולטרא-פיאָלעטע שטראַלן פארמאָגט די לופט א באזונדערע שטארקע נייגונג איינצושלינגען זיי, אויסצולעשן זיי. דערפאר איז די ווינטערדיקע זונען-שטראַלונג זייער אָרים אין אולטרא-פיאָלעטע שטראַלן, אין פארקערט. פון דער זומערדיקער זון דערגרייכן צו אונז א היפּש ביסל אולטרא-פיאלעטע שטראַלן.

די דאָזיקע אולטרא-פיאלעטע שטראַלן, וואָס מיר באקומען זיי במעט אויסשליסלעך אום זומער, זענען גרויסע יחסנים. זיי שפּילן די גרעסטע ראָלע פאר אונזער לעבן און וואקסן. ווען עס ווירקן אויף אונז די אולטרא-פיאלעטע שטראַלן, שטייגט דער איבערבייט פון די שטאָפן אין אונזער קערפּער, מיר ווערן אָפּגעפרישט — מיר ווערן יונגער. ווען מען „ווערט אָפּגעברענט פון דער זון״, ד. ה. ווען אונזער הויט ווערט רויטלעך-ברוין, האָבן מיר עס צו פארדאנקען אויך די אולטרא-פיאָלעטע שטראַלן. די געלערנטע געפונען איין, אז אין די אולטרא-פיאלעטע שטראַלן

איז פאַרבאָרגן בכלל אַ חיותדיקע קראַפט, זיי שטאַרקן אַלע קרעפטן פון אונזער אָרגאַניזם און דערביי באַרויִקן זיי אונזער געמיט. פון אַלעם דעם דאַרף מען נאָך נישט דרינגען, אַז די אַנדערע מינים זונען-שטראַלן זענען אינגאַנצן נישט נוציק. אַדרבא, זיי ברענגען אונז וואַרימקייט און ליכט, און אין זייער צוזאַמענשטראַלן מיט די אולטראַ-פיאָלעטע שאַפן זיי די אָנגענעמקייט און געזונטקייט פון דער זומערדיקער זון.

פון וואַנען ווייסן מיר דאָס אַלץ, ווי אַזוי קענען מיר צעלייגן די זונען-שטראַלונג אויף אירע באַשטאַנדטיילן? דאָס מיטל דערצו, איז דער, אַזוי גערופענער „ספּעקטראַלער אַנאַליז“, און צו אים וועלן מיר זיך איצט.

3

מיט דער הילף פון געשליפענע גלעזער קענען מיר קינסטלעך שאַפן אַ רעגנבויגן, און עס איז שווער זיך פאָרצושטעלן, וואָס פאַר אַ געוואַלדיקע גרויסע נוצן עס ציט דערפון די נאַטורוויסנשאַפט און ספּעציעל די אַסטראָנאָמיע. ווען נישט אָט די מעגלעכקייט, וואָלטן מיר געוווּסט פון דער זון נישט מער ווי דאָס, וואָס מיר זעען אויף איר אויבערפלאַך. אַ דאַנק דעם קינסטלעך געשאַפענעם רעגנבויגן ווערן אַנטפּלעקט פאַר אונז די באַשטאַנדטיילן פון דער זון און זייער באַשאַפנקייט.

ווי דערגייט מען דערצו? מיר וועלן עס פאַרשטיין, אויב מיר וועלן זיך צוקוקן צו אַן עקספּערימענט, וואָס לאָזט זיך מאַכן אין אַ לאַבאָראַטאָריע מיט גענוג איינפאַכע מכשירים. אַ גליענדיק לייכטנדיקן פּעסטן אָדער פליסיקן קערפּער באַדעקט מען אַזוי, אַז דורך אַ שמאָלן שפּאַלט זאָל אַרויסגיין אַ שמאָלער בינטל שטראַלן. דעם דאָזיקן בינטל לאָזט מען פאַלן אויף אַ געשליפענע גלאָז, און אויף דער וואַנט אַנטקעגן באַווייזט זיך אַ בונטער פּאַס, וואָס אַנטהאַלט אַלע פאַרבן פון רעגנבויגן. דאָס רופט זיך אַן ספּעקטר פון דעם בינטל שטראַלן. איצט זאָל געמאַכט ווערן אַן אַנדער עקספּערימענט. דאָס בינטל ליכטיקייט פון דעם אָנגעגליטן קערפּער לאָזט מען אַפריער דורכגיין דורך אַ גאַז און ערשט דערויף פאַלט עס אויף די געשליפענע גלאָז. איצט באַקומט זיך אַ ספּעקטר, ווי דער בונטער פאַרביקער פּאַס איז באַדעקט מיט אַ ריי טונקעלע ליניעס. די ליניעס זענען נישט קיין צופעליקע, — די לאַגע פון די טונקעלע ליניעס איז אָפּהענגיק פון דעם גאַזיקן שטאָף: יעדער גאַזיקער שטאָף האָט זיך זיינע ליניעס אין ספּעקטר. די ליניעס זענען, אַזוי צו זאָגן, דער פּאַספּאָרט פון דעם גאַז. און אויב מיר האָבן צו טאָן מיט אַ ספּעקטר פון

אין אומבאקאנטן נאָך קענען מיר לויטן אויסזען פון ספּעקטר וויסן, מיט וועמען מיר האָבן צו טאָן. אזא פאָרשונג מיט דער הילף פון געשליפענע גלעזער, וועלכע צעליינען די ליכטיקייט-שטראַלן, רופט זיך אַן ספּעקטראַלער אנאַליז, און ער ווערט איצט אין א ברייטער מאָס אָנגעווענדעט צו דער פאָרשונג פון דער זון און פון די שטערן.

מען באטראכט די זון דורך א טעלעסקאָפּ, ווו אויפן וועג פון די זונען-שטראַלן איז אוועקגעשטעלט א געשליפענע גלאָז, א פּריזמע. עס באקומט זיך א ספּעקטר מיט אלע פארבן פון רעגנבויגן און מיט זייער א סך טונקעלע ליניעס. באטראכטנדיק דעם ספּעקטר, דרינגען מיר גלייך ארויס: די זון איז א פייערדיקער קויל, ארום וועלכן ס'איז אויסגעשפּרייט אן אטמאָספער פון גאזן, מען האָט פארגליכן די טונקעלע ליניעס אין דעם זונען-ספּעקטר מיט לאבאָראטאָריש - באקומענע ספּעקטרען און מען האָט זיך איבערצייגט, אז די מייסטע שטאָפן, וועלכע זענען אונז באַקאנט אויף דער ערד, געפינען זיך אויך אין דער אטמאָספער פון דער זון. מען האָט אונטערזוכט די ספּעקטרען פון די פלעקן אויף דער זון, פון דעם זונענראַנד, און א. ז. וו., און מען איז דערגאנגען ווייטערדיקע פּרטים: די שווערערע שטאָפן, ווי די שווערערע מעטאלן, געפינען זיך אין די אונטערשטע שיכטן פון דער זון, די לייכטערע שטאָפן, ווי העליום און וואסער-שטאָף — אין די אויבערשטע שיכטן.

דאָס איז דערווייל נאָך א קליינער טייל פון דעם, וואָס מיר קענען דערגיין א דאנק דעם ספּעקטראַלן אנאליז. טאָמער קומט פאר א באוועגונג פון די גאז-מאסן אויף דער זון, קענען מיר עס אויך דערגיין מיט דער הילף פון ספּעקטראַלן אנאליז, און אָט ווי אזוי: ווען די ליכטיקייט שטראַלן גייען אדורך דורך אן אומבאוועגלעכן גאז, פארנעמען די טונקעלע ליניעס גענוי באשטימטע פּאָזיציעס אין ספּעקטר, נישט אָפּגערוקט אויף א האָר נישט אויף לינקס, נישט אויף רעכטס. ווען אָבער דער וועג פון די ליכטיקייט-שטראַלן פירט דורך א באוועגלעכע מאסע גאז, ווערן די ליניעס אין ספּעקטר איבערגערוקט. מען קען אויסמעסטן אויף וויפיל די ליניעס האָבן זיך די ליניעס איבערגערוקט. און אויפן סמך פון די דאָזיקע דאטן לאָזט זיך גענוי בארעכענען, מיט וואָס פארא געשווינדקייט עס באוועגן זיך די גאז-מאסן און מען קען גענוי באשטימען די ריכטונג פון זייער באוועגונג. טאָמער ווירקן אויף דער זון מאגנעטישע קרעפטן, ענלעך אויף די, וואָס קירעווען צום צפון די נאָדל פון א קאָמפּאס ביי אונז אויף דער ערד, מוזן דער ספּעקטר אויך וועגן דעם דערציילן. די מאגנעטישע קרעפטן זענען גורם א מין צעשפּאלטונג פון די ספּעקטראלע לי-

ניעס. מען האָט עס טאַקע באַמערקט אין דעם זונען־ספּעקטער, און אַזוי איז מען דערגאַנגען, אַז אויך די זון האָט איר מאַגנעטיזם.

יאָרנלאַנג האָט מען זיך געבראָכן דעם קאָפּ איבער דער פראַגע, ווי גרויס קאָן זיין די היץ אויף דער זון: עס זענען אַרויסגעזאָגט געוואָרן די פאַרשידנסטע סברות, און ערשט דער ספּעקטראַלער אַנאַליז האָט פאַרמאָגט צו געבן דעם ריכטיקן באַשייד. מיר אַלע ווייסן פון טאָג־טעגלעכן לעבן, אַז ווען אַ שמיד נעמט אַ שטיק אייזן און וואַרפט אים אַריין אין פייער פון דער קוזניע, בייטן זיך נאָכאַנאַנד די קאָלירן פון דעם אייזן בשעתן אָנגליען. צוערשט שיקט ער אַרויס אַ רויטלעכע שיין, שפּעטער שלאָגט איבער דער קאָליר אין געל צולעצט שטראַלט אַ ווייסע ליכטיקייט, ווען די היץ איז געוואָרן די גרעסטע, דאָסזעלביקע קומט פאָר מיט די אַנדערע מעטאַלן. דאָס זעען מיר מיטן בלויזן אויג. אין די לאַבאָראַטאָריעס האָט מען צעלייגט די ליכטיקייט פון שטראַלנדיקע מעטאַלן, און עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז צו יעדער שטופע פון אָנגליונג, צו יעדער שטופע פון היץ געהערט אַ ספּעקטער פון אַ ספּעציעלן אויסזען. אַדאַנק דעם האָט מען געקענט באַשטימען די טעמפּעראַטור פון דער זון, פאַרגלייכנדיק איר ספּעקטער מיטן ספּעקטער פון מעטאַלן, וועלכע זענען געווען אָנגעגליט ביי גענוי באַשטימטע טעמפּעראַטורן. עס האָבן מיטגעהאָלפן דערביי אויך באַשטימטע טעאָרעטישע איבערלייגונגען, צו וועלכע מען האָט געמוזט אָנקומען, מחמת ביי אונז אויף דער ערד איז אוממעגלעך צו פאַרווירקלעכן אַ היץ פון 5 ביז 6 טויזנט גראַד, ווי זי הערשט אויף דער זון.

דער ספּעקטראַלער אַנאַליז איז נישט געבונדן דווקא מיט דער זון ער לאָזט זיך אָנווענדן אויף יעדן לייכטנדיקן קערפּער, למשל, אויף די שטערן. די הויפּט־אַרבעט פון די אַסטראָנאָמען אין פאַרלויף פון די לעצטע צענדליקער יאָרן באַשטייט טאַקע דערין, וואָס זיי פאָרשן די ספּעקטרס פון די שטערן. מיטן בלויזן אויג קען מען זען אויפן הימל (ווי מיר ווייסן פון ערשטן קאַפּיטל), בערך פינף טויזנט פינף הונדערט שטערן. די טעלעסקאָפּן און די פאָטאָגראַפיעס פון הימל האָבן אַנטדעקט אַן אויסערגעוויינלעכע ריינקייט פון שטערן, ביז אין די הונדערטער מיליאָנען. פאַר הונדערטער טויזנטער פון זיי האָט מען שוין אויסגעפאָרשט די ספּעקטרס, און מען איז זייער אַ סך דערגאַנגען וועגן דער גרויס און באַשאַפנקייט פון די שטערן, וועגן זייער אָפּשטאַנד פון אונז און וועגן זייערע באַוועגונגען. די שטערן זענען געוואָרן גאַנצע יחסנים און האָבן פאַרנומען דעם אויבנאָן אין דער אַסטראָנאָמישער פאָרשונג. אין פאַרבינדונג דערמיט האָט באַקומען אַן אַנדער ווענדונג די אַרבעט פון די אַסט־

ראָנאָמען, און נייע איינאָרדנונגען האָט מען געשאפן אין די אָבסערוואַ־טאָריעס. (אזוי רופן זיך אָן די אנשטאלטן אויף צו פאָרשן דעם הימל).

4

פון אלטע צייטן זענען די אסטראָנאָמען ביים פאָלק אין מויל באַקרוינט מיטן נאָמען שטערן־זעער. דאָס פאָלק שטעלט זיך פאָר, אז אן אסטראָנאָם האָט נישט קיין אנדער ארבעט, ווי קוקן דורכן שפּאַקטיוו אויפן הימל און צו מעסטן און צו באשרייבן די שטערן, וועלכע ער זעט דאָרט. ביז נישט לאַנג איז עס טאַקע געווען בערך אין דעם אַרט. דער הויפּט־אינסטרומענט פון אסטראָנאָם איז געווען זיין אויג, און די שפּאַקטיוון זענען געווען ביי אים, אייגנטלעך, געהילף־מיטלען, כדי ער זאָל קענען בעסער זען דעם הימל. די באצייכענונג „שטערן־זעער" איז פונדעסטוועגן געווען נישט גענוי. ווייניקער פאר אלץ האָט זיך דער אסטראָנאָם אינטערעסירט מיט די שטערן, וועלכע זעען אויס ווי זיי וואָלטן געזעסן פעסט צוגעשמידט צו זייערע פּלעצער אויף דעם הימלס־געוועלב. די שטערן אין זייער אומבאַוועגלעכער פּראַכט זענען געווען פארן אסטראָנאָם די סצענע, אויף וועלכער עס באַוועגן זיך די פּלאַנעטן, די קאָמעטן, און ענלעכע הימלישע קערפּער. דער אסטראָנאָם האָט געקוקט אויפן הימל, ער האָט געמאָסטן דעם אָפּשטאַנד פון די באַוועגלעכע קערפּער ביז צו די פעסטע שטערן, און אזוי ארום פלעגט ער אויפדעקן די באַוועגונגען פון די פּלאַנעטן, אַנהויבנדיק מיט דער באַוועגונג פון אונזער אייגענער ערד. אלע באַמיונגען פון דער אסטראָנאָמיע זענען געווענדעט געווען אויף צו אנטפּלעקן די געזעצן פון דער הימלישער מעכאַניק. נאָך מיט קנאַפּע הונדערט יאָר צוריק האָט איינער אַן אסטראָנאָם געזאָגט: „די אסטראָנאָמיע האָט נישט קיין אנדער אויפגאַבע, ווי ארויסצוגעפינען די באַוועגונג פון יעדן הימלישן קערפּער, כדי גענוי צו וויסן, ווו וועט ער זיך געפינען צו יעדער באַליביקער צייט. אזוינע זאַכן, ווי דאָס אויסזען פון דעם הימלישן קערפּער, און די באַשאַפנקייט פון זיין אויבערפלאַך, האָבן אַ קלענערן ווערט און געהערן נישט צו דער אייגנטלעכער אסטראָנאָמיע", אזוי האָבן דעמאָלט אלע געהאַלטן, און וואָס פארא וויסן האָט מען געקענט מאַכן דעמאָלט פון די שטערן, וויבאלד זיי זענען אומבאַוועגלעך?

איצט, נאָכדעם ווי דער ספּעקטראַלער אַנאַליז האָט אונז באַקענט מיט דער וועלט פון די שטערן. מוז דער אסטראָנאָם ווענדן זיין אויפמערקזאַמקייט דערהויפּט אויף זיי. און דאָ ווייזט זיך ארויס, אז דאָס

מענטשלעכע אויג איז ווייניק צוגעפאסט צו דער נייער ריכטונג אין דער אסטראנאמיע. מיטן אויג קען מען אויפנעמען, אין בעסטן פאל, דעם אלגעמיינעם איינדרוק פון א שטערנספעקטר. אנטקעגן דעם קען נישט דאס אויג גענוי באשטימען, און ווער רעדט שוין, — גענוי אויסמעסטן די לאגע פון יעדער ליניע אין ספעקטר. בעסער ווי דאס אויג-טוט אפ דידאזיקע ארבעט די פאטאגראפישע פלאטע. און די טעלעסקאפן פון די אבסערוואטאריעס זענען בכן איינגעבויט אפאראטן אויף צו פאטאגראפירן די ספעקטרס. דער פאטאגראפירטער ספעקטר דערציילט, אגב, אויך וועגן אזוינע מינים שטראלן, וואס ווירקן בכלל נישט אויף אונזער אויג. אן אזעלכע פאטאגראפיעס וואלט מען, למשל, גאר נישט געוווסט וועגן די אולטרא-פיאלעטע שטראלן. און נאך א גרויסע מעלה האט די פאטאגראפישע פלאטע, וואס מען קען זי רואיק שטודירן אין קאבינעט צו א באליבעקן מאמענט, און נישט גראד דעמאלט, ווען עס איז געווען א פאסיקע געלעגנהייט צו פאטאגראפירן דעם שטערן.

די גרעסטע אבסערוואטאריעס מיט די גרעסטע טעלעסקאפן אויף צו באקומען פאטאגראפישע ספעקטרס פארמאגט ביי היינט צו טאג אמעריקע, די בארימטסטע פון דידאזיקע אבסערוואטאריעס זענען אויפגעבויט אין קאליפארניע אויף הויכע בערג איבער די וואלקנס, ווו דער הימל איז כמעט שטענדיק לויטער. אייראפע איז צו ארים אויף איינצושאפן זיך ריזיקע טעלעסקאפן, וואס זאלן קאנקורירן מיט די אמעריקאנישע. נאר דאס הייסט נישט, אז די אייראפעישע אסטראנאמען זענען געבליבן זיצן אן ארבעט. אין אייראפע ווערט אפילו אויפגעטון מיט באשיידענערע טעלעסקאפן אדאנק דער פארפולקאמונג פון די ספעקטראלע מכשירים.

די איינשטיין-אבסערוואטאריע, וועלכע איז נישט לאנג געגרינדעט געווארן אין פאטסדאם ביי בערלין, קען דינען פאר א מוסטער פון אזא באשיידענע ניי-מאדישער אבסערוואטאריע. פון דרויסן זעט זי אויס ווי א טורעם, איבער 20 מעטער די הויך. אין דעם טורעם איז איינגעבויט א טעלעסקאפ. דער טעלעסקאפ צייכנט זיך נישט אויס מיט זיין גרויס. דער דיאמעטער פון זיין שפיגל האלט נישט מערער, ווי 90 סמ. אין אמעריקע, אקעגן דעם זענען פאראן מכשירים, וואס זייערע שפיגלען גרייכן ביז 258 סמ. אין דעם דיאמעטער. (אויף דעם בארג ווילסאן אין קאליפארניע). דאס וואס צייכנט אויס דעם איינשטיין-טורעם, איז די לאבאראטאריע, וועלכע איז אויפגעבויט אונטער דער ערד, דארטן ווו עס דערגרייכט די אונטערשטע עפענונג פון דעם טעלעסקאפ, דער וויכטיקסטער טייל פון דער לאבאראטאריע איז דער צימער מיט די ספעקטר-

אַפּאַראַטן. דער צי[illegible] אַזוי באַשאַפן, אַז מען קען אין אים מאָנאַטן־לאַנג איינהאַלטן איינע און דיזעלביקע טעמפּעראַטור. ווען דער אַסטראָנאָם, דער פאָרשער וואָלט געדאַרפט אַריינקומען אין דעמדאָזיקן צימער, אום צו באַדינען די אַפּאַראַטן, וואָלט דאָס שוין אַליין צעשטערט די גלייכמעסיקייט פון דער טעמפּעראַטור. דערפאַר זענען אַלע אַפּאַראַטן אין דעם צימער באַזאָרגט מיט אַזוינע עלעקטרישע מעכאַניזמען, אָדער טראַנסמיסיעס, אַז עס איז נישט נויטיק אַריינצוגיין אין אים, אום איינצושטעלען די אַפּאַראַטן, דאָס קען געשען פון דעם צווייטן צימער, פון דער אַרבעטס־לאַבאַראַטאָריע. אין יענעם צווייטן צימער גרייכט אויך דער אונטערשטער עק פון דעם טעלעסקאָפּ. דער אַסטראָנאָם שטעלט איין דעם טעלעסקאָפּ אויף די זון, אָדער אויף אַ שטערן, דאָס ליכטנדיקע בילד ווערט אָפּגעוואָרפן אויף אַן עפענונג אין דער וואַנט פון דעם ספּעקטר־צימער. דער אַסטראָנאָם רעגולירט אויס די דאָרטיקע אַפּאַראַטן, און דאָס ווייטערדיקע גייט שוין פון זיך אַליין. אַלע רעזולטאַטן ווערן פאָטאָגראַפירט אין דעם קונציק געשאַפענעם ספּעקטר־צימער. און שפּעטער, איין מאָל אין אַ פּאָר מאָנאַטן, ווערט דער צימער געעפנט, די אַפּאַראַטן ווערן דורכגעקאָנטראָלירט און די אַרבעט גייט פונדאָסניי.

נאָך אַ זעלטענע איינאָרדנונג פאַרמאָגט די איינשטיין־אָבסערוואַטאָריע, אין דעם אַרבעטס־צימער פון דער אונטערערדישער לאַבאַראַטאָריע זענען איינגעשטעלט פאַרשיידנאַרטיקע אַפּאַראַטן אויף צו שאַפן קינסטלעכע באַלויכטונג פון אַלערהאַנט אָנגעגליטע שטאָפן. אַזוי אַרום איז פאַראַן אַ מעגלעכקייט צו פאַרגלייכן די אומבאַקאַנטע ליכטונג פון אַ שטערן מיט דער באַקאַנטער ליכטונג פון אַן אויסגעפאָרשטן ערדישן שטאָף.

אין דער איינשטיין־אָבסערוואַטאָריע ווערן אויסגעפירט פאַרשיידנאַרטיקע פאָרשונגען. דער הויפּט־צוועק אירער איז — צו באַקומען פון די הימלישע קערפּער אַן ענטפער אויף דער פראַגע, צי איז איינשטיין גערעכט מיט זיין באַרימטער טעאָריע פון רעלאַטיווקייט, אָדער זיין טעאָריע איז פאַלש.

די אַנדערע אָבסערוואַטאָריעס פאַרנעמען זיך מיט אַלגעמיינע פראַגן פון דער שטערן־אַסטראָנאָמיע, און זיי האָבן עס אונז אַריינגעפירט אין יענעם אומענדלעך פון די שטערנווייטקייטן, וואָס אַ בליק אויף אים האָבן מיר געוואָרפן צום סוף פון ערשטן קאַפּיטל.

III

הימל און ערד.

דער פאָטער פון דער נייער אסטראָנאָמיע, ניקאָלאַי קאָפּערניק. — די פּלאַנעטנוועלט ביי פּטאָלעמעאוסן און ביי קאָפּערניקן. — פאַלנדיקע שטערן און מעטעאָרן. קאָמעטן. — אונזער שכן, דער מאַרס. — צי איז פאַראַן לעבן אויף די פּלאַנעטן? — ראַדיאָ-קאָמוניקאַציע מיטן מאַרס. — נסיעות צו די פּלאַנעטן.

I

ווען מען רעדט וועגן הימל און ערד, ד. ה. ווען מען וויל באַשטימען דיווירקלעכע לאַגע פון אונזער ערד צווישן די איבעריקע הימל-קערפּערס, מוז מען פריער פאַר אַלץ דערמאָנען יענעם גרויסן מענטשן, וועלכער האָט דער ערשטער געגעבן דעם ריכטיקן ענטפער אויף דערדאָזיקער פראַגע. געווען איז עס ניקאָלאַי קאָפּערניק (געבוירן דעם 19-טן פעברואַר 1473, געשטאָרבן דעם 24-טן מאַי 1543).

פאַר אונז, וואָס מיר לעבן אין 20-טן יאָרהונדערט, איז איינגעלעך שווער זיך צו שאַפן אַ לעבעדיקע פאָרשטעלונג וועגן קאָפּערניקס אויפטו. מען דאַרף זיך גייסטיק אַריבערטראָגן אין זיין צייט — דעם אויסגייענדיקן מיטלאַלטער, ווען די אוראַלטע טראַדיציעס זענען נאָך געווען אייזנפעסט, די וויסנשאַפט, און דערין די נאַטורוויסנשאַפט האָט זיך געבויט נישט אויף דער לעבעדיקער נאַטור, נישט אין באַאָבאַכטונגען און [illegible], נאָר אויף לעגענדעס [illegible], [illegible] פון

דער צייט אָדער גאָט אַליין. אַזוי האָט דעמאָלט אין דער אייראָפּעיִשער אַסטראָנאָמיִע געגאָלטן די פּאַרבלענדעניש, אַז די ערד געפינט זיך אין צענטער פון דער וועלט, און אַז די זון מיט אַלע פּלאַנעטן און שטערן באַוועגן זיך אַרום דער ערד. דאָס איז געשטאַנען געשריבן ביי אַריסטאָטעלסן, ביי פּטאָלעמעאוסן און ביי אַנדערע גדולים, און קיינער האָט נישט געוואָגט צו ספקן דערין. בפרט, אַז דאָס זעלביקע איז געווען געשריבן אין דער הייליקער תורה, „שמש בגבעון דום". — זון, שטעל זיך אָפּ אין גבעון, האָט יהושע בן-נון געהייסן דער זון, און דערפאַר איז פאַר אַלע פרומע און גוטע לייט, און בתוכם אויך פאַר אַלע געלערנטע געווען געדרונגען, אַז די זון דרייט זיך אַרום דער ערד.

אמת, מיט דער צייט, זינט מען האָט זיך אויסגעלערנט צו מאַכן אויפן הימל געניויערע באַאָבאַכטונגען, איז קלאָר געוואָרן, אַז מיט דער אַלטער טראַדיציאָנעלער אַסטראָנאָמיִע איז די זאַך נישט אַזוי גלאַטיק, אַז זי ווערט אָפּגעפרעגט דורך דער ווירקלעכקייט. האָט מען אַריינגעטראָגן אויסבעסערונגען אין די אַלטע שיטה, מען האָט זי פאַרקאָמפּליצירט, נאָר קיינער האָט נישט געהאַט דעם מוט אויסצופאָרשן די זאַך ביז צום גרונט און צו שטעלן די פראַגע, טאָמער נעמען זיך די אַלע קאָמפּליקאַציעס פשוט דערפון, וואָס די אַלטע שיטה איז געבויט אויף אַ פאַלשן פונדאַמענט.

ניקאָלאַי קאָפּערניק האָט דער ערשטער מיטן פולן באַוווסטזיין אָט אַזוי אַוועקגעשטעלט די פראַגע. מיט אַ העל-זעערישן בליק פון אַ גאון האָט ער נאָך אין די יונגע יאָרן דערשפּירט, אַז די אָנגענומענע, די ערד-צענטרישע אַסטראָנאָמיִע איז פול מיט אינעווייניקסטע סתירות, און אַז קיין שום לאַטעס אויף דער אַלטער לערע וועלן זי נישט ראַטעווען: מען דאַרף אַראָפּוואַרפן דעם אַלטן בנין און אויסבויען אינגאַנצן אַ נייעם. און ער האָט זיך גענומען אויסצובויען די געביידע פון אַ נייער אַסטראָנאָמיִע. ער האָט איינגעזאַפּט אין זיך דאָס גאַנצע וויסן פון זיין צייט, ער האָט שטודירט אין באָלאָניע און אַנדערע איטאַליענישע שטעט און איז דאָרטן טיף אַריינגעדרונגען אין די אורקוואַלן פון דער גריכיש-רוימישער וויסנשאַפט. מיט דעם זעלבן העל-זעערישן בליק פון אַ גאון האָט ער ביי די אַנטיקע אַרויסגעלייענט נישט דעם סקאַרבאָווען ניגון פון דער פאַלשער פּטאָלעמעאוסישער אַסטראָנאָמישער שטח, נאָר די פאַרבאַהאַלטענע און זעלטענע, ביז אַהער נישט באַמערקטע אָנצוהערענישן אויף די וואָרע שיטה, אַז די זון און נישט די ערד שטייט אין צענטער פון אונזער פּלאַנעטן-וועלט, אַז די ערד דרייט זיך אַרום דער זון. דאָס האָט צוגעגעבן קאָפּערניקן מוט, און אַרום יאָר 1510 האָט ער פאַרטיק

געהאט א כתב-יד, ווו ער האט קלאר און דייטלעך ארויסגעזאגט די יסודות פון זיין נייער שיטה.

קיין גאטור פון א קעמפער האט קאפערניק נישט געהאט, און קיין קאמף פאר דעם נייעם אמת האט ער נישט אויפגעהויבן. ער האט פארנומען א בכבודיקע שטעל פון א קאנאניק (גייסטלעכן), האט אנטוויקלט א ברייטע געזעלשאפטלעכע טעטיקייט און ארויסגעוויזן זייער גרויסע פעיקייטן אויף פארשידענע געביטן פון פראקטישן לעבן, פון וויסנשאפט און ליטעראטור. נאר ביי אלע זיינע באשעפטיקונגען איז די אסטראנאמיע פארט געבליבן ביי אים, אין זיין פערזענלעכן לעבן, דער עיקר. אין דער שטיל פון זיין קאבינעט איז ער זיין גאנצן שפעטערדיקן לעבן געווען פארטאן מיט אויסארבעטן די נייע, די זונען-צענטרישע שיטה פון אסטראנאמיע ביז צו די לעצטע פרטים. דערפאר איז זיין הויפטווערק: „וועגן די באוועגונגען פון די הימלישע קערפערס, אין זעקס ביכער" א זעלטענע דערשיינונג אין דער געשיכטע פון וויסנשאפט, — פאריינס מיטן יונגן פרייען געראנק, איז דאס ווערק דורכגעדרונגען מיט דער ערנסטקייט און מיושבדיקייט פון א רייפערן עלטער, און עס האט געמוזט דאפלט ווירקן אי מיטן כח פונם גענیאלן געדאנק, אי מיט דער גרונטלעכקייט פון דער וויסנשאפטלעכער באארבעטונג.

פון דער ערד איז אדאנק אט דעם ווערק אראפגענומען געווארן די קרוין, די ערד האט אויפגעהערט צו זיין דער צענטער פון דער וועלט און האט זיך פארוואנדלט אין א פשוטן פלאנעט צווישן פלאנעטן. אין צוזאמענהאנג דערמיט האט דער מענטש געמוזט אויפהערן באטראכט צו ווערן ווי דאס פולקומענסטע אויף דער וועלט, ווי גאטס אפבילדונג", און די גאנצע טראדיציאנעלע וועלט-אנשויאונג האט באקומען א טויטקלאפ.

אזוי ארום האט קאפערניק נישט בלויז געמאכט א געוואלטיקע איבערקערעניש אין דער אסטראנאמיע און האט ארויסגעפירט די דאזיקע וויסנשאפט פון דעם אנדערהאלבן-טויזנט-יעריקן שטילשטאנד, נאר ער האט געלייגט א גרונטשטיין צו דער נייער וועלטלעכער אייראפעישער קולטור. ספעציעל אין דער אסטראנאמיע גילטן עד היום זיינע געדאנקען וועגן דעם געבוי פון דער זונען-סיסטעם, און מען געפינט ביי אים אן אנזאג אפילו אויף די אלוועלטלעכע צוציונגס-קראפט. בלויז זיינע טעאריעס וועגן די ווירקנדיקע כחות פון די פלאנעטן-באוועגונגען זענען פארעלטערט געווארן שוין צום 17-טן יארהונדערט.

קאפערניקס דור איז נישט געווען צוגעגרייט אויפצונעמען די נייע לערע. קאפערניק האט דאס פארשטאנען און, ווי געזאגט, איז ער נישט

געווען געבוירן פאר א קעמפער און האט נישט געהאט קיין אמביציע ברייט צו פארעפנטלעכן זיינע געדאנקען, זיין יוגנט-שריפט האט קופערניק נישט געדרוקט, און מער נישט ווי יחידי-סגולה האבן זי באקומען צו לייענען אין מאנוסקריפט. זיין הויפטווערק האט ער א לאנגע צייט אויך נישט געוואלט אפגעבן צו א פארלעגער, און ווען מען האט דאס ענדלעך געפועלט ביי אים, איז געשען א טראגישע געשיכטע. דער פארלעגער האט זיך דערשראקן, וואס קען זאגן די וועלט צו קאפערניקס געוואלטיקן אויפטו, און האט פארקריפלט דאס גאנצע ווערק קעגן דעם אויסדריקלעכן ווילן פון פארפאסער: דער פארלעגער האט אומגעביטן דעם אינהאלט פון שער-בלאט און צוגעשריבן צום ווערק א פאלשע הקדמה, וואס לויט איר איז אויסגעקומען, אז קאפערניק אליין גלויבט בלומרשט נישט אין דער ווארקייט פון זיין שיטה און האלט נישט מער, ווי פון א מאטעמאטישן קאפ-שטיק.

קאפערניק, א 70-יעריקער זקן, איז געלעגן א טויט-קראנקער, בשעת מען האט אים פון נירענבערג געבראכט אין יאר 1543 דעם ערשטן געדרוקטן עקזעמפלאר פון זיין לעבנס-ווערק. עס איז פאראן א דערציילונג — אפשר איז דאס בלויז א שיינע לעגענדע, — אז טאקע דעמזעלביקן טאג איז ער געשטארבן. יעדנפאלס איז ער שוין נישט אימשטאנד געווען צו פראטעסטירן קעגן דער פעלשונג. עטלעכע דורות זענען פארביי, ביז וואנען עס איז געקומען דער צווייטער גאון פון דער אסטראנאמיע, יאהאנעס קעפלער, וועלכער האט שוין אויפגעדעקט די פעלשונג און האט אויפגעקלערט קאפערניקס אמתע כוונה און זיין באדייטונג, ווי דעם גרינדער פון דער נייער אסטראנאמיע. ערשט דעמאלט האט זיך צעפלאקערט דער קאמף ארום קאפערניקס ווערק. ערשט דעמאלט האט די קאטוילישע קירך, וואס קאפערניק איז געווען איר א געטרייער זון, ארייננעלייגט זיין ווערק אין חרם, ערשט דעמאלט האבן אזוינע קאמפפארייטע גייסטער ווי דזשאר-דאנא ברונא און גאלילעי ווייט און ברייט פארשפרייט די קענטשאפט פון קאפערניקס אידייען.

איצט זענען די זעכצן-צענטערישע געדאנקען לאנג געווארן א זעלבסט-פארשטענדלעכקייט. דאך דארף מען גענויער זיך אפשטעלן אויף דעם באגריף „פלאנעטן" און אויספירלעכער שילדערן, וואס האט מען וועגן זיי געוווסט פאר קאפערניקן און נאך אים.

די זון און די גרויסע פּלאַנעטן

	אַפּשטאַנד ביז צו דער זון אין מיליאָנען קילאָמעטערס	אַפּשטאַנד ביז צו דער זון פאַרגליכן מיט דעם אַפּשטאַנד זון—ערד	דער דיאַמעטער אין קילאָמעטערס	וואָס פאַר אַ טייל פון דער זון־מאַסע בילדעט די מאַסע פון פּלאַנעט.	די מאַסע פאַרגליכן מיט דער מאַסע פון דער ערד	די געדיכטקייט פאַרגליכן מיט געדיכטקייט פון דער ערד	וויפל באַגלייטערס זעט מען ארום דעם פּלאַנעט	ווי לאַנג (וויפל יאָרן און טעג) דויערט איין פולע אומדריייונג ארום דער זון.	
								יאָר	טעג
זון	—	—	139 100	1	333432	0,26	—	—	—
מערקור	58	0,387	4700	1/6000000	0,06	1,1	—	—	88
ווענוס	108	0,723	12300	1/408000	0,82	0,91	—	—	225
ע ר ד	150	1,000	12756	1/333432	1	1	1	1	—
מאַרס	228	1,524	6900	1/3095500	9,11	0,69	2	1	322
יופּיטער	778	5,203	142000	1/3502	318,36	0,25	9	11	315
סאַטורן	1428	9,555	120000	1/3502	95,22	0,13	10	29	167
אוראַן	2873	19,218	50700	1/22869	14,58	0,23	4	84	7
נעפּטון	4501	30,110	54400	1/19314	17,26	0,22	1	164	280

2

ווען מען קוקט זיך גוט צו צום הימל אין פארלויף פון עטלעכע נעכט נאכאנאנד, באמערקט מען, אז עס זענען פאראן אויפן הימל צווייערליי שטערן. איינע, און צו זיי געהערט די גוואלדיק גרעסטע צאל, ווענען ווי צוגעשמידט צום הימל און קיינמאל בייטן זיי נישט זייער לאגע אויף אים. דער גאנצער הימל דרייט זיך ארום דער ערד, און א גאנצן מעת-לעת דויערט יעדער אומדרייאונג (אין דער ווירקלעכקייט דרייט זיך נישט דער הימל, נאר די ערד ארום איר אקס). אקעגן דעם האט מען שוין אין די אוראלטע צייטן באמערקט אויפן הימל עטלעכע געציילטע שטערן נאר פון אן אנדער מין. די דאזיקע שטערן וואנדערן איבערן הימל און קענען פארנעמען אלערליי פאזיציעס אויף אים. צו געוויסע צייטן פון יאר באווייזט זיך אזא שטערן אויפן אונטהימל, באלד נאך זונענאונטערגאנג, און צו אנדערע צייטן באשיינט ער דעם פרימארגן און זאגט אן, אז באלד באווייזט זיך די זון, אנדערע שטערן פון דעם מין גייען פון רעכטס אויף לינקס, פלוצלונג שטעלן זיי זיך אפ גייען פון לינקס אויף רעכטס, פארקירעווען ווידער א. אז. וו.

די אלטע עגיפטער און די אלטע כשדים האבן שוין גוט געקענט אט די וואנדערנדיקע שטערן, האבן זיי אונטערגעשיידט לויט זייער גלאנץ, פארם און האבן זיי אנגערופן מיט די נעמען פון זייערע געטער דאס זעלביקע האבן געטאן די אלטע גריכן און רוימער' און די לעצטע נעמען זענען אריבער צו אלע אייראפעישע פעלקער, צוזאמען מיט דער אלגעמיינער באצייכנונג „פלאנעטן" פאר די דאזיקע וואנדערשטערן.

דער פלאנעט, וואס באווייזט זיך שטענדיק נאנט צו דער זון, באלד פון איין זייט, באלד פון דער אנדערער זייט, האט באקומען א נאמען נאך דעם פלינקן גאט מערקור. א צווייטער פלאנעט, וועלכער באווייזט זיך, ווי א שיינער אוונט-שטערן, אדער פרימארגן-שטערן, איז אנגערופן געווארן נאך דער שיינקייטס געטין ווענוס, דער רויטלעכער פלאנעט איז געבראכט געווארן אין פארבינדונג מיט דעם גאט פון מלחמה, פון בלוטפארגיסונג — מארס. א פערטער פלאנעט, וועלכער גלאנצט אויפן הימל הויך און מעכטיק איז באקרוינט געווארן מיטן נאמען פון דעם אלמעכטיקן יופיטער דער פינפטער און ווייטסטער פלאנעט האט

געקראָגן אַ נאָמען נאָכן אוראַלטן פֿאָטער פֿון די געטער סאַטורן. די אַלטע שטערנזעער האָבן געוווּסט, אַז אַט די אַלע וואַנדערשטערן געפֿינען זיך אַ סך נענטער צו דער ערד ווי די פֿעסטע אומבאַוועגלעכע שטערן און זיי האָבן זיך אַזוי פֿאַרגעשטעלט דעם געבוי פֿון דער וועלט. אין צענטער געפֿינט זיך די אומבאַוועגלעכע ערד, אַרום איר דרייט זיך די לבנה און ווייטער דרייען זיך אין אַלץ גרעסערע קרייזן מערקורי, ווענוס, די זון, מאַרס, יופּיטער און סאַטורן, יעדער פּלאַנעט האָט זיך אַזוי-צו זאָגן זיין הימל. און ביז היינט צוטאָג איז געבליבן אַן אָנדענק דערפֿון אין דעם פֿאָלקס-אויסדרוק „אויפֿן זיבעטן הימל". הינטער דעם הימל פֿון סאַטורן געפֿינט זיך דער הימל געוועלב מיט די לייכטנדיקע שטערן. אַזוי האָט מען זיך פֿאַרגעשטעלט די באַוועגונג פֿון די פּלאַנעטן, צו וועלכע מען האָט צוגערעכנט אויך די זון, און גאַנצע 1500 יאָר האָט געגאָלטן די דאָזיקע לערע.

דער באַרימטער פּטאָלעמעוס, וועלכער האָט געלעבט אין אַלעקסאַנדריע (מצרים) אַרום יאָר 150 נאָך קריסטוסן, האָט געגרינדעט די דאָזיקע לערע, און זיין אַסטראָנאָמיש ווערק איז געווען הייליק ביי אַלע געלערנטע אין משך פֿון אָנדערטהאַלבן טויזנט יאָר.

קאָפּערניק האָט, ווי געזאָגט, אַראָפּגענומען די קרוין פֿון דער ערד און האָט ריכטיק דערקלערט, אַז ניט די ערד, נאָר די זון שטייט אין צענטער פֿון דער וועלט. אַרום דער צענטראַלער זון און נענטער פֿאַר אַלץ צו איר דרייט זיך דער פּלאַנעט מערקורי און דערנאָך גייען כּסדר ווענוס, די ערד, מאַרס, יופּיטער און סאַטורן און הינטער זיי אַלעמען קומט דער געוועלב פֿון די אומבאַוועגלעכע שטערן. די לבנה איז נישט קיין פּלאַנעט, ווי די אַנדערע, ווייל זי דרייט זיך נישט אַרום דער זון און באַגלייט אָנשטאָט דעם די ערד אין איר באַוועגונג.

די נייערע צייט האָט אָפּגעוואָרפֿן די פֿאַרשטעלונג וועגן אַ הימל-געוועלב מיט אומבאַוועגלעכע שטערן, נאָר וואָס אָנבאַלאַנגט די פּלאַנעטן איז קאָפּערניקס בילד געבליבן גילטיק ביז היינט צו טאָג נאָך און איז מער נישט פֿאַרפֿולקומט געוואָרן, אַדאַנק דעם, וואָס מיר קוקן אויפֿן הימל נישט מיטן בלויזן אויג, נאָר דורך ספּעציעלע און זייער קונציק געבויטע אָפּטישע אינסטרומענטן. מיר ווייסן איצטער, אַז אויסער די דערמאָנטע פּלאַנעטן און ווייט הינטער זיי זענען פֿאַראַן נאָך צוויי גרויסע פּלאַנעטן; אוראַן און נעפּטון.

מיר ווייסן, אַז צווישן מאַרס און יופּיטער דרייען זיך אַרום דער זון נאָך העכער טויזנט זייער קליינטשינקע פּלאַנעטן. מיר ווייסן, אַז אַקוראַט ווי די ערד האָבן אויך אַנדערע פּלאַנעטן זייערע באַגלייטער אָדער

לבנות. און נאָך ווייסן מיר איצט, אז אונזער זון מיט אלע אירע פלאנעטן איז געגליכן צו איינעם פון די אומצאָליקע שטערן, וועלכע מיר זעען אויפן הימל. אין א באזונדער טאבעלע גיבן מיר די וויכטיקערע דאטן וועגן די אזויגערופענע גרויסע פלאנעטן. און ווער עס וועט האָבן חשק דורכצוקוקן די טאבעלע, וועט ענדגילטיק זיך איבערצייגן, אז אונזער ערד איז נישט דער גרעסטער און דער בכבודיקסטער פלאנעט.

נאָך מער אָבער לערנט אונז די נייע-צייטיקע אסטראָנאָמיע. זי ברענגט אונז באווייזן, אז די זון איז אויך נישט אזא גרויסער יחסן אין די הימלישע רוימען, ווי מיר זענען געוווינט זי צו האלטן.

לויט ווי מיר ווייסן איצטער, פארנעמט די זון מיט אלע אירע פלאַנעטן און אנדערע באגלייטער נישט מערער ווי אן אָפּגעלעגענעם ווינקעלע אין די הימלישע ווייטעגישן. אויף ווי ווייט עס לאָזט זיך רעדן וועגן א צענטראלער פּאָזיציע צווישן דער אומגעהויערער צאָל וועלטן, פארנעמען דיזאָזיקע פּאָזיציע גאָר, נאָר ווייטע שטערן-וועלטן. אונזער זון מיט אונזער ערד ליגן אויף די „קרעסן". דאָרטן נאָר ווייט אין די הימלען קענען פּאָרקומען די גרעסטע געשעענישן, — אונז אויף דער ערד וועט עס נישט אָנרירן. אָט, למשל, מאכט זיך, אז אויפן הימל לויכט אויף פּלוצים א העלער שטערן און דערנאָך ווערט ער אלץ טונקעלער, צדער ווערט גאָר פארלאָשן. די אסטראָנאָמען פאַרטייטשן דאָס ווי א מעלדונג וועגן א שרעקלעכער קאטאסטראָפע. עס האָבן זיך צענויפגעשטויסן צוויי וועלטן, פון דעם צוזאמענשטויסן האָבן זיי זיך ביידע פארוואנדלט אין איין גליענדיקע מאסע, און דערפאַר האָבן מיר דערזען דעם ליכטיקן שטערן. נאָר וואָס קאָן דאָס אונז אָרן? די אסטראָנאָמיע האָט בענוי דערוויזן, אז די אלע שטערן, וועלכע לויכטן אונז אויפן הימל, געפינען זיך אויסערגעוויינלעך ווייט פון אונז. ווי מיר זאָלן זיך נישט קלייגן, קענען מיר זיך נישט שאַפן קיין בילד פון די דאָזיקע ווייטענישן.

עס איז גענוג צו זאָגן פאָלגנדיקעס. די ליכטיקייט-שטראַלן פליען מיט דער געשווינדקייט פון 300 טויזנט קילאָמעטער אין א סעקונדע. דעם אָפּשטאַנד ערד-זון פליען זיי אדורך אין אכט מינוט, אָבער די שטערן געפינען זיך אויף אזא אָפּשטאַנד פון אונז, אז עס דויערט גאנצע יאָרן ביז זייער לייכטונג דערגייט צו אונז. און דאָך באקומען מיר גאנץ אָפּט גרוסן פון יענע שטערן-ווייטענישן, און דווקא די דאָזיקע גרוסן זענען מערער באקאַנט דעם עולם ווי אלע פלאנעטן צוזאמען גענומען. זעלטן ווער האָט צייט און געדולד צו באטראכטן סיסטעמאטיש דעם הימל און ארויסצוגעפינען די פלאנעטן צווישן די טויזנטער שטערן, זוכן דעם ווער האָט נישט געזען קיין פאַלנדיקן שטערן און ווער האָט זיך נישט

פארטראכט, וואס דאס איז אזוינס; טא לאמיר א קוק טאן, ווי עס פאר-ענטפערט עס די וויסנשאפט?

3

פון אלעם דעם, וואס איז ביז אהער געזאגט געווארן, מוז קלאר זיין, אז די פאלנדיקע שטערן זענען עפעס גאר אנדערע זאכן ווי די שטערן, וואס מיר זעען אויפן הימל. די אמתע שטערן זענען זונען און ווען אזא זון זאל זיך דערנעענטערן צו דער ערד, וואלט עס באטייט א קאטאסטרא-פע און אן אונטערגאנג פאר דער ערד און פאר אלע איבעריקע פלאנעטן מיט דער זון צוזאמען. די פאלנדיקע שטערן זענען פארהעלטניסמעסיק קליינע שטיקער שטאף, וואס פון צייט צו צייט טרעפן זיי זיך מיט אונ-זער ערד און היות ווי זיי זענען קליין און נישטיק אין פארגלייך מיט דער ערד, פאלן זיי טאקע אויף איר. זיי וואלטן געקענט זיין פאר אונז געפערלעך און אנטאן חורבנות אויף אונזער ערד, ווען נישט איין טייערע מעלה פון דער ערד: דער לופט-אקעאן פון דער ערד באשיצט אונז אקעגן אזוינע אומגעבעטענע געסט ווי א פאנצער.

ווען אזא שטיק שטאף קומט נאנט צו דער ערד, פליט ער אריין אין דעם לופט-אקעאן, וועלכער רינגלט ארום די פעסטע ערד, און דא האט זי א וויסטן סוף. ווי שיטער עס איז נישט די לופט אין די גרויסע הויכענישן איבער דער ערד, אלץ שטעלט זי א שטארקן ווידערשטאנד דעם נישט געבעטענעם אימיגראנט. דאס קערפערל, וואס איז אריינגע-פלויגן אין לופט-צודעק פון דער ערד, ווערט אנגעגליט און אין די מער-סטע פאלן ווערט עס אינגאנצן פארברענט, פארוואנדלט אין דאמף. דאס איז א גאנץ אפטע דערשיינונג, וועלכע שטעלט זיך פאר אונזערע בליקן אין דער געשטאלט פון פאלנדיקע שטערן.

אין גאר זעלטענע אויסנאם-פאלן באוויזט נישט דער אריינגעדרונ-גענער קערפער פארברענט צו ווערן אינגאנצן, אין דער איבערגעבליבענער רעשט זיינער פאלט אויף דער ערד. דאס זענען די „מעטעארן" אדער „מעטעאריטן" — פון הימל געפאלענע שטיינער. נאך זעלטענער — אן ערך איינמאל אין הונדערט יאר, טרעפט, אז דער פאלנדיקער מעטעאר פלאצט אין דער לופטן און פאלט אויף דער ערד, ווי א שטיינערנער רעגן. אין אונזערע קאנטן איז פארגעקומען אזא דערשיינונג דעם 30-טן יאנואר 1868, ווען ארום פולטוסק האט זיך אויסגעגאסן א רעגן פון טויזנ-טער שטיינער. ווי געזאגט, געהער דאס צו די אויסערסט זעלטענע דער-שיינונגען, און ווען מען געפינט אזא געפאלענעם שטיין, אדער מעטעאר,

זיט מען אים איבער אין א מוזעום, מען היט אים ווי א וווּנדער פון דער נאַטור.

אונזערע קענטשאַפטן וועגן די פאַלנדיקע שטערן זענען געבויט נישט אויף די זעלטענע פאַלן, ווען ביי אונז אויף דער ערד פאַרבלייבט א ממשותדיקער רעשט פון זיי. די אַסטראָנאָמען באַאָבאַכטן דעם וועג פון די פאַלנדיקע שטערן אויפן הימל און דערפון זענען זיי אומשטאַנד א סך אָפּצוּלערנען. זיי באַרעכענען די געשווינדקייט פון די פאַלנדיקע שטערן און זיי האָבן זיך איבערצייגט, אַז די מייסט פאַלנדיקע שטערן זענען פרעמדע אין אונזער זונען-סיסטעם, זענען אימיגראַנטן, וואָס קומען פון ווייט-ווייטע זונען. אַמאָל האָט מען געמיינט, אַז פון יענע ווייטע זונען קומען אראָפּ צו אונז אויך די קאָמעטן. איצטער ווייסן מיר, אַז די קאָמעטן זענען נישט קיין איינוואַנדערער, נאָר לייבלעכע שוועסטערקינדער פון די פּלאַנעטן. די קאָמעטן דרייען זיך אויך ארום דער זון, נאָר זייער וועג איז נישט ענלעך צו א קרייז. ער איז שטאַרק אויסגעצויגן אין דער לענג, און דערפאַר קערן זיי זיך זעלטן אום נאָנט צו דער ערד און בלויז אויף א קליינעם טייל פון זיי קענען די אַסטראָנאָמען פאָראויסזאָגן די דאַטע פון זייער ערשיינען. פּלוצים באַווייזט זיך אויפן הימל א קאָמעט און דאָס אומגעריכטע מאַכט אויפן מענטשן א געוואַלדיקן איינדרוק, בפרט אַז א קאָמעט האָט אַן אויסטערלישן אויסזען, צווישן די געוויינלעכע שטערן באַווייזט זיך א וווּנדערלעכער שטערן מיט א לאַנגן עק, ער שטייט אויפן הימל עטלעכע טעג און פאַרשווינדט אַזוי אומגעריכט, ווי ער האָט זיך באַוויזן.

באַוואָפנט מיט אַלע מכשירים און אַלע באַגריפן פון דער מאָדערנער אַסטראָנאָמיע, זענען מיר ערשט גאָר נישט לאַנג דערגאַנגען, וואָס אַזוינס זענען די קאָמעטן. ס'איז בכן נישט קיין וווּנדער, וואָס מענטשן האָבן זיך געשראָקן פאַר די קאָמעטן און געזען אין זיי א שטראָף פון גאָט, פאַר די מענטשנס זינד.

די דאָזיקע מורא איז פאַרשטייט זיך, אַן אומזיסטע און נעמט זיך נישט מערער ווי פון אומוויסנקייט. א קאָמעט איז פאַר אונז נישט געפערלעך. דאָס איז א הימלישער קערפּער, וואָס צייכנט זיך אוים מיט זיין לייכטקייט, אין פאַרגלייך צו די פּלאַנעטן. דער קאָמעט איז, אַזוי צו זאָגן, געבויט שיטערער פאַר חי פּלאַנעטן, נישט אַזוי קאָמפּאַקט. וואָס אָנבאַלאַנגט די עקן פון די קאָמעטן, וועלכע האָבן אַזוי געשראָקן דעם עולם, פאַרשטייט מען איצט די ערשיינונג אַזוי. דער אייגנטלעכער קאָמעט שיינט אויפן הימל ווי א געוויינלעכער שטערן. בשעת דער קאָמעט דערנענטערט זיך אין זיין וועג צו דער זון, ווערט ער אָנגעהייצט און עס

שיידן זיך אויס פון אים הייסע דאמפן. אַט די דאָזיקע דאמפן באגלייטן דעם קאָמעט און מאכן אויף אונז דעם איינדרוק פון אן עק, וועלכער ציט זיך ווייט פון קאָמעט. עס קומט פאָר אויפן הימל עפּעס ענלעכעס דערצו, וואָס מיר זעען אויף דער ערד מיט די שיפן. עס גייט א שיף אויפן וואַסער און דער קוימען פון שיף איז באגלייט מיט א לאנגן פאס רויך. דאָ ווייסן מיר אלע, אז דער פאס רויך איז נישט באפעסטיקט צום קוימען. דער רויך פארשווינדט כסדר אין רוים און נייער רויך שטייגט אויף פון קוימען. דאָס זעלביקע איז מיטן קאָמעט, — עס ווערט פון אים נאָכאנאנד אויסגעדאמפט מאטעריע, זי ווערט צעזייט אין די הימלישע רוימען און מיר דערווייל מיינען, אז צום קאָמעט איז ווירקליך צוגעוואקסן אן עק אזוי גרויס ווי זיין אָרט אויפן הימל. עס איז נאָך באמערקט געוואָרן, אז די עקן פון די קאָמעטן זענען שטענדיק געדיכט אקעגן דער זון, און אויך דערויף איז געפונען געוואָרן די ערקלערונג. דהיינו, די עקן באַשטייען פון זייער שיטערן שטאָף, און די טיילכעלעך שטאָף ווערן אָפּגעשטויסן פון דער זון דורך דעם דרוק פון די ליכטיקייט-שטראלן. דאָס קלינגט עפּעס מאָדנע, נאָר א פאקט איז עס, אז אויך ליכטיקייט-שטראלן קענען אויסבויען א דרוק.

אויב די דאָזיקע טעאָריע איז ריכטיק, דארפן די קאמעטן נישט אלע מאָל האָבן אן עק, ווארום נישט אלע מאָל דערנענטערט זיך א קאָמעט צו דער זון. דער דאָזיקער אויספיר פון דער טעאָריע איז באשטעטיגט געוואָרן. אין די טעלעסקאָפּן האָט מען טאקע אנטדעקט א סך אזוינע קאָמעטן, וואָס פארמאָגן קליינע עקן, אָדער האָבן קיין עק נישט. אדאנק די טעלעסקאָפּן ווייסן מיר אגב, אז די קאָמעטן זענען גאָרנישט אזא זעלטענהייט, ווי דער עולם מיינט. די אסטראָנאָמען זעען אין די טעלעסקאָפּן אין עטלעכע מאָל מערער קאָמעטן, ווי עס קען באמערקן אונזער אויג אָן אינסטרומענטן. יאָר איין, יאָר אויס באריכערט זיך די רשימה פון די קאָמעטן מיט איינעם אָדער עטלעכע שטיק. אין יאָר 1925 למשל האָט מען אנטדעקט עלף קאָמעטן, דערין 5 פעריאָדישע און 6 נייע. אין יאָר 1926 האָט מען אנטדעקט 7 קאָמעטן, דערין 5 פעריאָדישע און 2 נייע. עס זענען פאראן פאכמענער און ליבהאָבער, וועלכע גיבן זיך ספּעציעל אָפּ מיט זוכן קאָמעטן. דאָס איז אן אַרבעט, וואָס פאָדערט א סך געדולד און ארבעטס-פעיקייט און אויך ווענדט זיך דאָ א סך אָן צופאל. אין פוילן האָט זיך ערשט אין יאָר 1925 איינגעגעבן דעם קראָקאָווער אסטראָנאָם אָרקיש צו אנטדעקן א קאָמעט. אדאנק די באמיונגען פון די קאָמעטן-זוכער האָט זיך אָנגעזאמלט א גרויסער מאטעריאל און דאָס האָט געגעבן א מעגלעכ-

קיט זיך נענויער צו באקענען מיט דער נאטור פון די קאמעטן. עס האט זיך ארויסגעוויזן, אז נישט אלע קאמעטן איז באשערט אויפצולויכטן פאר די ערדישע איינוווינער בלויז איינמאל. עס זענען פאראן קאמעטן, וועלכע האבן זיך שוין עטלעכע מאל באוויזן אויף אונזער הימל און די ווויסנשאפט קען איצט זאגן פארויס, ווען דארפן זיי זיך ווידער באווייזן.

די דאזיקע קאמעטן, די אזוי גערופענע פעריאדישע, מאכן דורך דעם גאנצן וועג ארום דער זון נישט אין אזא לאנגן טערמין, ווי די מייסטע אנדערע. אינטערעסאנט איז נאך אט וואס. דער וועג פון קאמעט איז נישט אלע מאל קיין באשטענדיקער. דער קאמעט איז א לייכטער קערפער, ער וועגט ווייניק אין פארגלייך מיט די גרויסע פלאנעטן און די לעצטע קענען אויף אים שטארק ווירקן. ווען עס טרעפט זיך למשל, אז דער וועג פון א קאמעט דערפירט אים נאנט צום גרויסן יופיטער, ווירקט אויף אים דער יופיטער אזוי, אז דער קאמעט מוז שטענדיק בלייבן זיינער א נאנטער שכן און מוז פארקירעווען פון דעם אלטן וועג ארום דער זון אויף א נייעם, א סך קורצערן. דער יופיטער האט ארום זיך א גאנצע משפחה, אזוינע פארשקלאפטע קאמעטן.

די אסטראנאמען לייגן גרויס אכט אויף די פעריאדישע קאמעטן, ווארום פון זיי לאזט זיך אפלערנען מערער ווי פון יענע, וועלכע האבן זיך באוויזן איינמאל. יעדער נייע ערשיינונג פון א באקאנטן קאמעט בארייכערט די ידיעות וועגן אים און אזוי ארום בויט זיך די קענטשאפט פון די קאמעטן.

די אסטראנאמיע האט צושטערט די אלטע פארשטעלונג, אז א קאמעט איז אן אנזאגער פון אלדאסבייז. דערפאר האט זיך געשאפן א נייער קוואל פון שרעק: אויב עס איז פאראן אזוי פיל קאמעטן ארום דער זון, טא צי קען נישט געמאלט זיין, אז עפעס א קאמעט זאל זיך צונויפטרעפן אמאל מיט דער ערד? איינער א קאמעט, דער אזוי גערופענער האליים-קאמעט, האט אין זיין צייט אנגעמאכט א גאר גרויסן טומל מכח א מעגלעכן צוזאמענשטויס מיט דער ערד. אין יאר 1910 איז ער טאקע פארבייגעגאנגען גאר נאנט פון אונז. און אנדערע אסטראנאמען מיינען, אז דער עק פון דעם דאזיקן קאמעט האט ווירקלעך באריירט די ערד. קיין שום בייז איז דעמאלט מיט דער ערד נישט געשען און דאס שטימט מיטן אלגעמיינעם ענטפער פון דער אסטראנאמיע אויף די פראגע: מיר האבן נישט וואס זיך צו שרעקן, ווען דער עק פון א קאמעט זאל טאקע באריירן אונזער ערד. די מאטעריע פון דעם עק איז אזוי שיטער, אז מיר וועלן עס אפילו נישט שפירן. דער לופט-אקעאן פון אונזער ערד וועט אונז

נענוג באשיצן, ווי ער באשיצט אונז אקעגן מעטעאָרן. אנדערש וואָלט געווען, ווען א קאָמעט זאָל באַרירן אונזער ערד נישט מיט דעם עק, נאָר מיט זיין קאָפּ, מיט זיין צענטר. דאָס וואָלט זיך געקענט אויסלאָזן מיט א קאַטאַסטראָפע, נאָר די וואַרשיינלעכקייט פון אזא צוזאַמענטרעפן איז נישטיק קליין, אזוי קליין, אז די זאך איז כמעט אוממעגלעך. פארקערטע דערשיינונגען ווידער קומען פאָר גאָר נישט זעלטן, דערשיינונגען ווען א קאָמעט ווערט צושפּאָלטן און צופאַלן אויף שטיקלעך. אזא אומגליק קען געשען מיט א קאָמעט, ווען ער דערנענטערט זיך צו דער זון, מערער ווי עס קען פאַרטראָגן זיין לייכטע קאָנסטרוקציע. אין דער געשיכטע פון אסטראָנאָמיע שטייען פארצייכנט אזוינע פאקטן, אז צו יענער דאטע, ווען אויפן הימל האָט געזאָלט אויפלייכטן א באקאנטער קאָמעט, האָט זיך באוויזן אנשטאָט אים א רעגן פון פאלנדיקע שטערן. דאָס איז געווען א באווייז, אז דער קאָמעט איז צופאַלן געוואָרן אויף קליינטשיקע קערפּערלעך און א געוויסע צאָל זייערע איז אומגעקומען ביים צוזאַמענשטויס מיט אונזער ערד.

4

לאָמיר זיך אומקערן צוריק צו די פּלאַנעטן. אין די גרויסע טעלעסקאָפּן, וווּ די שטערן פארבלייבן ווי פּינטלעך, מחמת זייער געוואַלדיקן אָפּשטאנד פון אונז, זעט מען די פּלאַנעטן, בערך, אזוי ווי מיר זעען די לבנה. מען קען אונטערשיידן פארשיידענע דעטאַלן אויפן אויבערפלאך פון די פּלאַנעטן, אויף איין פּלאַנעט מערער, אויף דעם אנדערן ווייניקער. אקעגן דעם קענען מיר ווייניק פאָרשן די פּלאַנעטן מיט דער הילף פון ספּעקטראַלן אנאַליז. די פּלאַנעטן זענען נישט קיין לייכטנדיקע זונען ווי די שטערן, זיי שפּיגלען בלויז אָפּ די זונען-שטראַלן, וואָס פאַלן אויף זיי. ווען די אסטראָנאָמען אונטערזוכן דעם ספּעקטער פון א פּלאַנעט, באַקומען זיי צו זען דעם זונענספּעקטער, נאָר מיט געוויסע ענדערונגען. אויב דער פּלאַנעט פארמאָגט אן אטמאָספער, מוזן די זונענשטראַלן דורכגיין די דאָזיקע אטמאָספער אהין און צוריק, ביז זיי קומען צו אונז. עס ווערט א דאנק דעם געענדערט דער אויסזען פון ספּעקטער. און אָט אויף אזא אופן דערוויסט מען זיך פּרטים וועגן דער אטמאָספערע פון די פּלאַנעטן. זיי אליין זענען טונקל און דערציילן נישט קיין שום זאך וועגן זיך, זיי לייכטן אויפן הימל מיט געבאָרגענער ליכטיקייט. אויב אויף א וועלכן נישט איז פּלאַנעט געפינען זיך לעבעדיקע באשעפענישן, שיינט אויף זייער הימל אונזער ערד ווי א „שטערן", און אויב יענע באשעפענישן, פאר-

מאַגן אַן אסטראָנאָמיע, ווייסן זיי, אַז אונזער ערד איז נישט קיין שטערן, נאָר אַ פּלאַנעט, אַז זי איז קאַלט און האָט צו פאַרדאַנקען די ליכטונג אויסשליסלעך דער זון.

צי קען דאָס געמאָלט זיין, אַז אויף די פּלאַנעטן זאָל זיין לעבן? די פראַגע איז נישט איינמאָל געשטעלט געוואָרן און אָפטער פון אַלץ אין פאַרבינדונג מיט אונזער נאָנטן שכן, דעם מאַרס. לאָמיר זשע מאַכן אַ קורצן סך-הכל, וואָס מיר ווייסן וועגן מאַרס און דערויף וועלן מיר קומען צו דעם ענטפער אויף די געשטעלטע פראַגע.

אין קרייזן באַוועגן זיך אַרום דער זון די פּלאַנעטן (נישט גענוי אין קרייזן, נאָר אין עטוואָס אויסגעצויגענע קרייזן, אין אַזוי גערופענע עליפּסן) און — ווי מיר ווייסן, גייט גלייך נאָך דער ערד דער מאַרס. לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז צוויי לופטשיפן פליען כסדר איבער פוילן און באַוועגן זיך אַרום וואַרשע ווי אַ צענטער, אָבער מיט פאַרשיידענע געשווינדקייטן און אין פאַרשיידענע מאַרשרוטן. איין שיף מאַכט אַ קלענערן קרייז, אַזוי אַן ערך איבער טאָרן — ביאַליסטאָק — לובלין. דער אַנדערער לופטשיף באַוועגט זיך אין אַ גרויסן קרייז, לאָמיר זאָגן איבער דאַנציק — ווילנע — לעמבערג. עס קען זיך דערמאָלט מאַכן, אַז ביידע שיפן זאָלן זיין בערך נאָנט איינער צום צווייטן — איינער אין ווילנע, דער צווייטער אין ביאַליסטאָק; און אויך קאָן זיך מאַכן, אַז ווען איין שיף וועט פליען איבער ביאַליסטאָק, זאָל זיך די צווייטע געפינען גראָד אויפן עקסטרעמסטן פונקט פון זיין קרייז-וועג, ערגעץ ווו אין די קאַרפּאַטן. אַלץ וועט זיך דאָ אָן דער געשווינדקייט פון די ביידע לופטשיפן און אָן דעם, צי באַוועגן זיי זיך גענוי אין אַ קרייז אַרום וואַרשע, אָדער זיי האַלטן זיך אַמאָל נענטער, אַמאָל ווייטער פון דער הויפּטשטאָט.

אָט אין דעם אַרט און שטייגער קומט פאָר די באַוועגונג פון ערד און מאַרס אַרום דער זון. ביידע דרייען זיך אין געוואַלדיק גרויסע קרייזן אַרום דער זון, די ערד נענטער צו דער זון, דער מאַרס ווייטער פון איר. דעריבער בייט זיך שטענדיק דער אָפּשטאַנד ערד-מאַרס. די ביידע הימלישע קערפּער קענען זיך אַזוי פונאַנדערפאָרן, אַז פון אונז ביז צום מאַרס זאָל זיין אַ מהלך פון 377 מיליאָן קילאָמעטער, און אַן אַנדערש מאָל קען אונזער שכן זיך אַזוי דערנענטערן צו אונז, אַז דער אָפּשטאַנד פון אים צו אונז זאָל באַטרעפן בלויז 55 מיליאָן קילאָמעטער. אַזאַ גינסטיקע לאַגע האָט זיך געמאַכט אין יאָר 1924 און אויך סוף יאָר 1926 איז דער מאַרס געקומען גאַנץ נאָנט צו דער ערד. ענלעכע גינסטיקע לאַגעס טרעפן זיך אָפט. די אסטראָנאָמען ווייסן דערפון און באַצייטנס מאַכן זיי הכנות,

אום צו פאַרשן און שטודירן אונזער שכן, ווען מיר זענען אומשטאַנד אים אַנצוקוקן פון אַזוי נאָנט.

פיל טשיקאַווע זאַכן האָט מען טאַקע אַנטדעקט אויף דעם מאַרס בשעת זיין נאָענטקייט צו דער ערד. אין די גרויסע שפּאַקטיוון האָבן זיך אַנטפּלעקט בילדער פון זיין אויבערפלאַך. מען האָט דייטלעך אויף איר דערזען טונקעלע און העלערע גוט-באַגרענעצטע פלעקן, און מען איז גלייך געפאַלן אויפן שכל, אַז דאָס מוזן זיין טרוקן לאַנד און אַנדערש — ווי קאָנטינענטן און גרויסע ימים. שפּעטער האָט מען דערזען נאָך אינטערעסאַנטערע זאַכן, וועלכע האָבן נאָך מערער פאַרגרעסערט די ענלעכקייט צווישן ערד און מאַרס. עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז אויף די פּאָלוסן פון דעם מאַרס זענען פאַראַן גרויסע ווייסע פלעקן. מען האָט אָרגאַניזירט אַזוי-צו-זאָגן אַ וואַך אויף די דאָזיקע ווייסע פלעקן, מען האָט טאָג איין, טאָג אויס נאָכגעשפּירט אין די שפּאַקטיוון, צי בייטן זיך די פלעקן אָדער נישט. אַזוי אַרום האָט מען זיך איבערצייגט, אַז צו געוויסע צייטן וואַקסן די ווייסע פלעקן ביי די פּאָלוסן און צו געוויסע אַנדערע צייטן ווערן זיי אַלץ קלענער און קלענער. ווען קומט דאָס פאָר? די פלעקן פלעגן וואַקסן, ווען אויפן מאַרס-פּאָלוס איז געווען ווינטער, זיי פלעגן פאַרשווינדן בשעתן מאַרס-זומער. די זאַך איז געווען קלאָר: די פּאָלוסן פון מאַרס זענען באַדעקט מיט אייז און שניי, אום זומער צוגייט ער, און די ווייסע פלעקן אויפן אויבערפלאַך פון מאַרס ווערן קלענער, און אום ווינטער פאַרקערט.

וויבאַלד אַזוי, וויבאַלד דער מאַרס איז אַזוי ענלעך צו דער ערד, האָט די פאַנטאַזיע גלייך באַפעלקערט אים מיט לעבעדיקע באַשעפענישן, ענלעכע צו אונז מענטשן. און דאָס זאָל מעגלעך זיין, דאַרף אויף דעם מאַרס הערשן אַ טעמפּעראַטור בערך ווי אויף דער ערד, און דער מאַרס דאַרף זיין אַרומגערינגלט מיט אַ לופט-ים, ער דאַרף האָבן אַן „אַטמאָספערע". נעמט, למשל, אונזער לבנה. קיין שום פאַנטאַזיע קען זי נישט באַפעלקערן מיט מענטשן, וואָרום אויף דער לבנה פעלט אָט די קלייניקייט, די לופט, די אַטמאָספער. מען האָט אויסגעפאָרשט אין דער באַציונג דעם מאַרס און מען האָט געפונען גענוג זיכערע באַווייזן, אַז אויף דעם מאַרס איז ווי אויף דער ערד יאָ פאַראַן לופט. עס איז דאָ אויפן מאַרס מיט וואָס צו אָטעמען, שוין זשע איז נישטאָ ווער עס זאָל אָטעמען?

שטעלט זיך איצט פאָר די סענסאַציע אין דער וועלט פון וויסנשאַפט און ביים ברייטן עולם, ווען דער איטאַליענישער אַסטראָנאָם, סקיאַפּאַרע-לי, האָט אַנטדעקט אויף דעם מאַרס אַ זאַך, וואָס לויט אַלע אַנדערע באַ-גריפן מוז זי שטאַמען נישט פון דער נאַטור, נאָר פון מענטשן, אָדער פון

מענטשן-ענלעכע ברואים. אין יאָר 1877 איז דאָס געווען, סקיאַפּאַרעלי האָט פּובליקירט צייכנונגען, ווי אזוי עס האָט זיך אים פאָרגעשטעלט דער מארס אין זיין שפּאַקטיוו, און די פאַרווונדערטע וועלט האָט דערזען, אז די קאָנטינענטן פון מארס זיינען אין אלע מעגלעכע ריכטונגען באַדעקט מיט א נעטץ פון דינע גראָדע ליניעס. דאָס זענען קאנאלן! קאנאלן, וואָס די איינוווינער פון מארס האָבן פאר זיך אויסגעבויט. אזוי האָט געפּסקנט דער איטאַליענישער אַסטראָנאָם, און ער האָט אזוי גוט באַגרינדעט די דאָזיקע מיינונג, אז אלע זיינען געוואָרן דערין איינגעגלויבט. מיט עטלעכע יאָר שפּעטער האָט דערזעלביקער סקיאַפּאַרעלי געמאכט א נייע אַנטדעקונג, וועלכע האָט נאָך מערער איינגעפונדעוועט די מיינונג וועגן די קאַנאלן; אריינקוקענדיק אין מארס נאָך בעסער, האָט ער דערזען, אז געוויסע גראָדע ליניעס אויפן מארס האָבן זיך פאַרטאָפּלט. אפנים האָבן די מארסיאנער נישט געקענט אויסקומען מיט די אַלטע קאנאלן און האָבן אויסגעבויט נייע קאנאלן, פּאזע די אַלטע, אז די קאנאלן זאָלן פון זיך אליין האָבן אנטשטאנען — האָט זיך פאר קיין פאל נישט געלייגט אויפן שכל. איז דער מארס געוואָרן א וועלט מיט לעבעדיקע באַשעפענישן — ביזוואנען, עס זיינען נישט געקומען נייע פאָרשער און האָבן קאַליע געמאכט דאָס גאנצע בילד.

אָנגעהויבן האָט זיך עס ביי דעם לופט-ים, ביי דער אַטמאָספערע פון מארס. ביי א גענויערער באָבאכטונג האָט זיך ארויסגעשטעלט, אז עס האַלט מיט דער לופט אויפן מארס שמאָל, לופט איז דאָרטן טאקע פאראַן, נאָר צום אָטעמען, פאר אזעלכע באַשעפענישן ווי מיר מענטשן, איז זי נישט צוגעפּאסט. ערשטענס איז זי צו שיטער, און דאָס ערגסטע איז, וואָס די מארס-לופט איז — טרוקן. די לופט אויף אונזער ערד, וואָס מיר נעמען אריין אין אונזערע לונגען, ענטהאַלט אין זיך שטענדיק א געוויסן סכום פייכטקייט. דאקעגן די מארס-לופט איז אויסגעמישט בלויז מט א ווינציקן סכום וואסער-דאַמף. אויף דעם מארס זעט מען כמעט קיינמאָל נישט קיין וואָלקנס. אמת אין יאָר 1909 איז דער מארס עפּעס געווען מערקווירדיק פאַרשלייערט, אָבער דורך דעם זיינען נאָך נישט אָפּגעפרעגט די באַווייזן וועגן דער טרוקנקייט אויפן מארס. דער וויכטיקסטער פון די דאָזיקע באַווייזן, איז — די פאַרשונג פון די שטראַלן, וועלכע דער מארס שיקט צו אונז. די גרעסטע אַסטראָנאָמען האָבן ארויסגעפונען, אז דאָס זענען גענוי די זעלביקע שטראַלן ווי פון דער לבנה, און בנוגע צו דער לבנה איז מען פולקאָם איבערצייגט, אז קיין שום לופט און פייכטקייט האָט זי נישט.

ווי באַלד די מארס-לופט האָט קנאַפּ פייכטקייט, האָט מען גענומען

צווייפלען, צי זיינען טאקע פאראן אויפן מארס קאנטינענטן און אקעאנען. עס הערן זיך מיינונגען, אז די טונקעלע און ליכטיקע פלעקן אויפן מארס זיינען גאר וויסטענישן און באוואקסענע שטחים א. ד. גל. דאס גלייכן זאגט מען, אז די פאלוסן זיינען נישט באדעקט מיט שניי, און אז די ווייסע פלעקן שטאמען פון אן אנדער סיבה, און די באאבאכטונגען פון יאר 1924 האבן באשטעטיקט די דאזיקע מיינונגען. נאך א צרה מוז זיין מיט דער מארס-אטמאספער. אזוי ווי די אטמאספער איז דארט שיטער, און דערצו איז דער מארס הערווייטערט פון דער זון מערער ווי די ערד, מוזן דארטן זיין גרעסערע קעלטן און דער אונטערשיד צווישן זומער און ווינטער מוז זיין שארפער ווי אויף דער ערד. דאס איז אויך באשטעטיקט געווארן דורך די נייסטע פארשונגען. הייסט עס, מענטשן באשעפענישן אויף דעם מארס איז זיך שווער פארצושטעלן, סיידן דאס זאל זיין גאר אנדערע באשעפענישן גאר נישט ענלעכע נישט צו מענטשן נישט צו אונזערע בעלי-חיים. פאנטאזירן וועגן זיי קען מען, תארשטייט זיך, וויפל מען וויל, אבער די וויסנשאפט האט דא דערווייל נישט וואס צו טון. ווערזשע, אויב אזוי, האט אויסגעבויט די קאנאלן אויפן מארס? אט דא קומט דער עיקר, — מיט די בארימטע מארס-קאנאלן איז מען איצט ווייט נישט אזוי זיכער, ווי צו דער צייט פון זייער ערשטער אנטדעקונג. א סך ערנסטע געלערנטע לייקענען איצט די גאנצע מעשה פון אנהויב ביזן סוף, — נישטא אויפן מארס קיין קאנאלן, זאגן זיי, זיי האבן נעפארשט דעם מארס אין מאדערנע שפאקטיוון, זיי האבן באמערקט אויפן אויבערפלאך פון מארס א פולע קלייניקייטן, נאר קיין קאנאלן האבן זיי נישט געזען. היות ווי מען האט זיך די לעצטע יארן אויסגעלערנט פאטאגראפירן פלאנעטן, האט מען געהאפט, אז די מארס-פאטאגראפיעס וועלן אנטשיידן די פראגע, נאר דאס איז נישט געשען. וועגן איינע און די זעלביקע מארס-פאטאגראפיעס זאגן אייניקע געלערנטע, אז מען זעט יא אויף זיי די קאנאלן, און אנדערע לייקענען עס. ביי אזא לאגע נויגט מען זיך אלץ מערער צו אזא מיינונג: קאנאלן אויפן מארס זעט מען יא ביי געוויסע באדינגונגען, אבער אין דער ווירקלעכקייט זענען זיי נישטא! מען דארף וויסן, אז אונזערע אויגן זענען אומשטאנד אונז צו פארפירן. עס דוכט זיך, אז מיר זעען קלאר און דייטליך א געוויסן קעגנשטאנד, און אין דער ווירקלעכקייט האט דער קעגנשטאנד גאר אן אנדער אויסזען. ספעציעל קלענערע טונקעלע קעגנשטאנדן, אויב זיי ליגן נאנט איינע צו די אנדערע, גיסן זיך צונויף פאר אונזערע אויגן אין ליניעס. יעדערער פון אייך, למשל, האט געזען בילדער אין די אילוסטרירטע וואכנבלעטער אדער אין ביכער, און איר זענט זיכער, אז די בילדער באשטייען פון גאנצע ליניעס אדער

שטריכן, ווי אויף א געמעל, אָדער פאָטאָגראַפיע: גיט אָבער א קוק אויף אזא בילד דורך א פארגרעסער-גלאָז און דאָס געדרוקטע בילד וועט פאר אייך צערונען ווערן. איר וועט זען, אז דאָס בילד איז געבויט פון געדיכט אנגעפּאַקעוועטע קלענערע און גרעסערע פּונקטן. אין דעם אַרט, שטעלט מען זיך איצט פאָר, איז אנטשטאַנען ביי די אַסטראָנאָמען די פאַרשטע-לונג וועגן די מארס-קאַנאַלן. זיי האָבן ווירקלעך געזען אויפן מאַרס „קאַ-נאַלן", אָבער דאָס געזעענע איז געווען נישט מער — ווי א דוכטעניש, א פארבלענדעניש. מען האָט אָרגאַניזירט ספּעציעלע פּרוון, צי קען דער זע-הוש אונז פארפירן אויף אָט אזא שטייגער, און די רעזולטאַטן האָבן באַשטעטיקט די אָקאָרשט געמאַכטע דערקלערונג.

די פראַגע איז נאָך דערמיט ענדגילטיק נישט דערקלערט, דער מאַרס איז געבליבן איינגעהילט אין סודות, און מען האָט נאָך אַלץ נישט אויפגעהערט צו ריידן וועגן א לעבן אויפן מאַרס. נאָר עס זענען פאַראַן נאָך אַנדערע, נישט ריין אַסטראָנאָמישע ראיות קעגן דעם, אז אויף א וועלכן נישט איז פּלאַנעט, אויסער דער ערד, זאָלן לעבן מענטשן ווי מיר, און צו די דאָזיקע ראיות ווענדן מיר זיך איצט.

5

אָן א מאָס און א צאָל פאָרמען און געשטאַלטונגען האָט דאָס לעבן ביי אונז אויף דער ערד. צענדליקער, הונדערטער, טויזנטער בעלי-חיים און געוויקסן שווימען און גריבלען אויף דער יבשה און אין די וואַסערן, פון די הייסטע לענדער ביז צו די קעלטסטע איז אומעטום פאַראַן לעבן. עס זענען באַפעלקערט מיט בעלי-חיים אָדער מיט געוויקסן די גרעסטע הייכן און די טיפסטע טיפענישן. אין די טיפענישן פון די אָקעאַנען, וווּ די קונציקסטע פון אונזערע אונטערוואַסער-שיפן מיט די דיקע שטאָלענע פּאַנצער-ווענט וואָלטן נישט געקענט אויסהאַלטן דעם דרוק פון וואַסער דאָרטן זענען נאָך אויך פאַראַן לעבעדיקע ברואים. די רייכסטע פאַנטאַזיע איז נישט אימשטאַנד אויסצומאָלן די פילגעשטאַלטיקייט, פון אונזער לעבעדיקער וועלט. פון איין זייט ריזיקע טויזנטיעריקע ביימער און פון דער אַנדערער פּיטשינקע געוויקסעלעך, וואָס דאָס אויג באַמערקט זיי ערשט דעמאָלט, ווען זיי האָבן געבילדעט א גאַנצע קאָלאָניע. פון איין זייט גע-וואַלדיקע רויב-חיות, וואָס דער מענטש איז אקעגן זיי געגליכן צו א וואָ-רים, צו א נישטיקייט, פון דער אַנדערער זייט די פּיטשינקע בעלי-חיים, מיט וועלכע מיר האָבן זיך באַקענט ערשט א דאַנק די גאָר שאַרפע פאַר-גרעסער-גלעזער.

דאָס איז אַלץ גערעדט וועגן אונזער איצטיקער ערד מיט איר איצטיקער איינטיילונג אויף קלימאַטישע ראַיאָנען אויף ימים און יבשות. אין די אַמאָליקע צייטן פון איר געשיכטע האָט די ערד געהאַט אַן אַנדער אויסזען. עס האָבן געלעבט אויף איר גאָר אַנדערע באַשעפענישן ווי איצטער, עס האָבן געוואַקסן גאָר אַנדערע געוויקסן,ביימער און קרייטעכצער. פון די דאָזיקע פאַרגאַנגענע לעבעדיקע מינים זענען איבערגעבליבן פאַרשיידנאַרטיקע רעשטן, און ווען מען שטודירט זיי, באַקענט מען זיך מיט נייע און נייע דערשיינונגען פון לעבן.

אויב דאָס לעבן איז אַזוי פילגעשטאַלטיק, אויב דאָס לעבעדיקע קען זיך צופּאַסן צו אַלע באַדינגונגען, טאָ פאַרוואָס זאָלן מיר מיינען, אַז דאָס לעבן איז אַ פּריווילעגיע פון אונזער ערד? עס איז נישטאָ קיין גרונט אַזוי צו מיינען: פאַרקערט עס לייגט זיך אויפן שכל, אַז די הימלישע וועלטן, וועלכע לייכטן אונז אויפן הימל, אָדער זענען איינגעהילט אין פינסטערניש, זענען אויך באַשאָנקען מיט לעבן. וואָס פאַר אַ פאָרמען האָט דאָרטן דאָס לעבן — וועגן דעם ווייסן מיר נישט. און יעטוועדער חקירה וועגן דעם וואָלט אונז נאָר פאַרפירט אין פּוסטע פאַנטאַזיעס.

ווען מיר זאָגן, אַז אויך אויף אַנדערע הימלישע קערפּערס קען געמאָלט זיין אַ לעבן, טאָרן מיר נישט אַריינפאַלן אין אַ פעלער און זיך פאָרשטעלן, דאָס דאָזיקע לעבן לויטן מוסטער פון דעם, וואָס רינגלט אונז אַרום. גראָד פאַרקערט, מיר וועלן גיכער טרעפן דעם אמת, ווען מיר וועלן זיך פאָרשטעלן אויף די אַנדערע הימלישע קערפּערס איינגאַרטיקע קאָמבינאַציעס פון לעבעדיקע געשטאַלטן און אַזאַ אַנטוויקלונג פון לעבן, וואָס האָט נישט איר גלייכן אויף דער ערד. אויב דאָס זאָל זיין ריכטיק, מוזן מיר גלייך מאַכן אַן אויספיר, וואָס וועט געוויס פאַרחידושן דעם לעזער: יאָ, די אַנדערע וועלטן מעגן זיין באַלעבט, אָבער דערפון איז פאַר קיין פאַל נישט געדרונגען, אַז דאָרטן זאָלן זיך געפינען שכלדיקע באַשעפענישן, ענלעכע צו אונז קולטור-מענטשן. וואָרום לעבן אין אַלגעמיין און דאָס לעבן פון דעם קולטור-מענטש אויף דער ערד — דאָס זענען גאָר צוויי פאַרשיידענע זאַכן. בנוגע צו דעם וועלט-בריטן אַלגעמיינעם באַגריף, וואָס ציט זיך איבער רוימען און צייטן, איז דאָס לעבן פון אונז קולטור-מענטשן בלויז אַ קליינטשקער אויסשניט, אַ דין פּעדעמל, אַן אויסנאַם-פאַל. הונדערטער, טויזנטער און אפשר מיליאָנען יאָרן איז שוין פאַראַן לעבן אויף דער ערד. און ווי יונג איז אַקעגן איר דער קולטור-מענטש! די פּריסטע שפּורן פון זיין געשיכטע, די ערשטע אויפבליצונגען פון אונזער קולטור גרייכן, אויב אַ סך, איז אויף צען טויזנט יאָר צוריק. דאָס לעבן פון קולטור-מענטש איז באַגרענעצט אין

דער צייט, און אויסערדעם צוגעשמידט צו א קליינעם טייל פון דעם ערד־שטח, אונזער איצטיקע קולטור איז אויפגעקומען ספּעציעל אין די קאַנטן פון דער ערד, וואָס האָבן א מעסיקן קלימאַט.

קורץ געזאָגט, אפילו אין דער געשיכטע פון דער ערד איז די דער־שיינונג פון דעם קולטור־מענטש אַן אויסנאַם־זאַך, א עקסטרע־פאַל. אויב אויף אנדערע פּלאַנעטן, אויפן מאַרס, למשל, וואָלטן זיך איצט געפונען שכלדיקע באַשעפענישן, ענלעכע צו אונז, וואָלט עס באַדייט, אז דער מאַרס האָט דורכגעמאַכט ביז אין די לעצטע קלייניקייטן גענוי די זעלבי־קע אַנטוויקלונג, ווי די ערד. דאָס לייגט זיך פאַר קיין פּאַל נישט אויפן שכל, און דעריבער טענהט איצט די וויסנשאַפט, אז ס'איז אומזיסט אונזער זוכעניש פון מענטשן אויפן מאַרס.

די וויסנשאַפט זאָגט נישט אַבסאָלוט, אז אויפן מאַרס זענען נישטאָ קיין מענטשן־ענלעכע באַשעפענישן. די וויסנשאַפט זאָגט נאָר, אז זייער עקזיסטענץ איז העכסט אומוואַרשיינלעך, אזוי אומוואַרשיינ־לעך, אז פּראַקטיש איז עס געגליכן צו אוממעגלעכקייט. און נאָך איינס זאָגט די וויסנשאַפט: טאָמער האָט אפילו פּאַרט זיך געמאַכט דער אוי־סערסט נישט וואַרשיינלעכער צופאַל, און אויפן מאַרס זענען פּאַרט אַרויפ־געקומען שכלדיקע מאַרסיאַנער, איז אויך זייער קליין די וואַרשיינלעכ־קייט, אז דאָס זאָל געשען דוקא צו אונזערע צייטן. איינער אַן אסטראָ־נאָם האָט דורכן פאָלגנדיקן שיינעם ביישפּיל אילוסטרירט די לאַגע: לאָ־מיר זיך פאָרשטעלן, האָט ער געזאָגט, א מלאך, וואָס עקזיסטירט פון אייביק אָן און פליט אַרום איבער די הימלישע וועלטן, כדי זיך צו באַ־קענען מיט זיי. ער האָט צו טאָן מיט מיליאָנען וועלטן און קומט רע־ווידירן יעדער וועלט איין מאָל אין צען, פופצן טויזנט יאָר. אונזער וועלט, וועלכע איז אַלט געוויס עטלעכע מיליאָנען יאָר, האָט דער מלאך שוין באַזוכט א היפּשע פּאַר מאָל. ווען אָבער ס'וואָלט זיך געמאַכט אזוי, אז די לעצטע וויזיטאַציע פון מלאך אויף דער ערד איז פאַרגעקו־מען מיט 10 טויזנט יאָר צוריק, וואָלט דער מלאך אין זיין אסטראָנאָמיע פאַרשריבן: נישטאָ אויף דער ערד קיין קולטור־מענטש. אזוי קליין איז געווען פאַר דעם מלאך דער שאַנס צו אַנטדעקן דאָס מענטשלעכע לעבן אויף דער ערד, און נאָך טויזנט מאָל קלענער זענען אונזערע שאַנסן צו אַנטדעקן לעבעדיקע מענטשן אויפן מאַרס, אָדער וווּ נישט איז אין די הימלישע וועלטן.

ווייל זיך אָבער דער מענטש נישט באַרויקן ביי דעם ניין־זאָגן, ער כאַפּט זיך אָן אין דעם מינדסטן שאַנס, טאָמער זענען איצט פּאַרט פאַ־ראַן מענטשן אויפן מאַרס, אָדער אויף אַן אנדער פּלאַנעט. ער וויל עס

אויף גענוי דערגיין, און אויב עס לאזט זיך באזוכן די אנדערע פלאנעטן, אדער כאטש פונדערווייטנס זיך דערכריידן מיט זייערע איינוווינער.

6

נישט געאכט אויף אלע וויסנשאפטלעכע ראיות, האט די מענטשלעכע פאנטאזיע באפעלקערט דעם מארס מיט באשעפענישן. און נישט סתם מיט לעבעדיקע באשעפענישן, נאר מיט אזוינע, וואס שטייען נישט-צו-פארגלייכן העכער פאר אונז ערד-קינדער. דער מארס איז לויט די אסטראנאמישע אויסרעכענונגען עלטער פאר דער ערד. דערפאר האט זיך דארטן פריער אנגעהויבן א לעבן, און דערפאר האלטן די מארסיאנער ווייטער פון אונז.

מען שטעלט זיך פאר די מארסיאנער, ווי איבער-קלוגע און איבער-אנטוויקלטע, וועלכע פארמאגן אן איבער-קולטור און אן איבער-טעכניק. אזוי האט געטאן אויך אלעקסיי טאלסטאי אין זיין פאנטאסטישן ראמאן „אעליטא“, די לעצטע און נייסטע, דוכט זיך, שילדערונג פון דעם לעבן אויפן מארס. דער ראמאן איז איבערזעצט אויך אויף יידיש, און ווער עס האט ליב אזוינע פאנטאזיעס, קען פון אים הנאה האבן.

דער העלד פון אלעקסיי טאלסטאיס ראמאן האט זיך מיט זיינעם א חבר אריבערגעפעקלט אויפן מארס, א דאנק זיינער א ספעציעלער דערפינדונג. ער האט אויסגעבויט אן אפאראט, וועלכער איז בייגעקומען די שווערקראפט פון דער ערד, האט ער זיך אפגעטיילט פון דער ערד און איז אוועקגעפלויגן דירעקט אזש צום מארס. מיט עטלעכע יאר צוריק האט אן ענלעכע נסיעה — פון דער ערד צו דער לבנה — אויסגעמאלט דער בארימטער ענגלענדער אועלס. אז ווויל איז די טאלענטירטע שריפטשטעלער, וואס זייער רייכע פאנטאזיע מאכט פאר זיי מעגלעך יעטוועדע רייזע; מיר פשוטע מענטשן זענען אויף אונזער ערד געבונדן און געפענטעט דורך דער שווער-קראפט. מיר האבן נישט ביי היינט צו טאג קיין פראקטישע מעגלעכקייט זיך אפצורייסן פון דער ערד און שיקן ממשותדיקע גרוסן צו די פלאנעטן. דאס הייסט נישט, אז מענטשן וועלן קיינמאל נישט פארווירקלעכן די פאנטאזיעס פון די ראמאן-שרייבער. אט באלד וועלן מיר ריידן וועגן די וויסנשאפטלעכע פלענער פון עקספעדיציעס צו די פלאנעטן. נאר כל-זמן די דאזיקע פלענער זענען נישט פארווירקלעכט, איז אפשר מעגלעך זיך צו פארשטענדיקן מיטן מארס דורך צייכנס, אדער סיגנאלן. אזוינע פלענער האט מען געבויט זיך שטיצנדיק אויף דעם, וואס די מארסיאנער מוזן זיין אי-

בער-קלוג און איבער-געבילדעט. מיר, ערד-קינדער, זעען אפילו אין די
בעסטע טעלעסקאָפּן נישט מערער ווי שוואכע שטריכן אויפן אויבער-
לאַך פון מאַרס. אנדערש איז מיט די מאַרסיאַנער, אין זייערע איבער-
טעלעסקאָפּן אנטפּלעקט זיך פאַר זיי א גענוג דייטלעך בילד פון דער ערד.
עס ווענדט זיך, הייסט דאָס פון אונז, צו ווייזן עפּעס אויף דער ערד
א סימן, למשל א גרויסע אויפלייכטונג, אָדער עפּעס אין דעם אַרט, און
די מאַרסיאַנער וועלן דאָס דערזען. צענדליקער פּראָיעקטן ווי אזוי צו
געבן די סימנים צום מאַרס, זענען געמאַכט געוואָרן צו פאַרשיידענע
צייטן, נאָר פּראַקטיש האָבן זיי אַלע קיין שום ווערט נישט געהאַט. אונ-
זערע סימנים און צייכנס זענען אַלעמאָל צו שוואַך, כדי באַמערקט צו
ווערן אויף א צווייטן פּלאַנעט.

מען האָט זיך שוין געהאַט באַרויקט און אויפגעהערט צו טראַכטן
וועגן געבן סיגנאַלן צום מאַרס; אָבער עס איז אַנטשטאַנען דער ראַ-
דיאָ-טעלעגראַף און עס האָבן זיך, דוכט זיך, געעפנט נייע מעגלעכקייטן.
די ראַדיאָ-כוואַליעס, די מעכטיקע, שנעל-לויפיקע און אַלץ דורכדרינ-
גלעכע, — פאַרוואָס זאָלן זיי נישט דערגרייכן צו די אַנדערע פּלאַנעטן?
פאַר זיי גילט נישט די שווער-קראַפט, זיי טראָגן זיך פריי אין רוים, טאָ
וואָס קען זיין בעסערס אויף צו ריידן מיטן מאַרס! פריער וואָלט אפשר
געקענט אַרויסקומען א שטערונג דערפון, וואָס די ראַדיאָ-אַפּאַראַטן זע-
נען געווען צו שוואַך אום צו אַרבעטן אויף אזוינע גרויסע ווייטענישן.
איצט איז די ראַדיאָ-טעלעגראַפיע אזוי אויסגעוואַקסן, און שטייט אויף
אזא פעסטן פונדאַמענט, אַז די גרעסטע ראַדיאָ-אַפּאַראַטן קענען ווערן
געבויט און עס איז גאָר קיין גרענעץ נישטאָ צו דער מעכטיקייט פון די
ראַדיאָ-כוואַליעס, וועלכע די אַפּאַראַטן שיקן אַרויס פון זיך. האָט זיך אָבער
אַרויסגעוויזן גאָר אַן אומגעריכטע שטערונג, די דערפאַרונגען פון די
גרויסע ראַדיאָ-סטאַציעס האָבן געוויזן, אַז די ראַדיאָ-כוואַליעס פאַר-
שפּרייטן זיך נישט ווי גראָדע שטראַלן. ניין, די כוואַליעס טוליען זיך צו
דער ערד און בויגן אַרום די ערד, דערגרייענדיק ביז צו די פּונקטן, וועלכע
ליגן פּונקט דיאַמעטראַל אַקעגן דער אַרויסשיק-סטאַציע. וואָס זשע איז
דאָס אַזוינס, וואָס נויט די ראַדיאָ-כוואַליעס צו טוליען זיך צו דער ערד?
א שטיקל ענטפער אויף דער פראַגע איז געגעבן געוואָרן. מען שטעלט
זיך פאָר, אַז דער לופט-אָקעאַן פון אונזער ערד איז אויף א געוויסער
הויך עלעקטריש אָנגעלאָדן; אזוי אַרום איז די גאַנצע ערד צוזאַמען מיטן
לופט-אָקעאַן איינגעשלאָסן אין אַן עלעקטרישע הילע, און די דאָזיקע
עלעקטרישע הילע שטייט פאַר די ראַדיאָ-כוואַליעס ווי א וואַנט, דורך
וועלכער זיי קענען נישט אַדורכדרינגען. ווען די כוואַליע פון ראַדיאָ-טע-

לענגראף אדער ראדיא-טעלעפאן דערגרייכט צו דער אנגעוויזענער עלעקטרישער שיכט, ווערט זי אפגעווארפן אויף צוריק, און די אונטערשטע שורה איז, אז די ראדיא-כוואליעס מוזן זיך האלטן נענטער צו דער ערד און קענען זיך נישט פארשפרייטן ווייטער אין די הימלישע רוימען. עס בלייבט איבעריק נאך איין קליינע מעגלעכקייט. די ראדיא-כוואליעס קענען נישט אריבערשפרונגען די עלעקטרישע פארצוימונג אויבן אין דעם לופט-אקעאן. אבער אפשר קענען זיי ארויסרופן אין אים געוויסע צערודערונגען, עפעס א מין עלעקטרישע זאווערוכע און אפשר וועט דאס זיין דער געגארטער סיגנאל, וועלכן עס וועלן באמערקן די מארסיאנער? דערוויל ווייסן מיר נאך צו ווייניק וועגן די אויבערשטע שיכטן פון דעם לופט-אקעאן, כדי גענוי דערויף צו ענטפערן. און פראקטיש גענומען האבן שוין מערער אויסזיכטן די פראיעקטן פון א לופט-רייזע צו די פלאנעטן. צו זיי ווענדן מיר זיך איצט, און דער היסטארישער צופאל וויל, אז דער ערשטער טעכנישער פראיעקט פון א פלי-אפאראט, וואס איז צוגעפאסט צו אזא נסיעה, זאלן זיין פארבונדן מיטן נאמען פון א באוווסטן רעוואלוציאנער.

7

דעם ערשטן מערץ 1881 ,ויט רוסישע רעכנונג, אין אויסלאנד איז דעמאלט געווען 13 טעג אין מערץ) האבן די רוסלענדישע רעוואלוציאנערן דערהרגעט דעם קייזער אלעקסאנדער דעם צווייטן.

איינער פון די העלדן פון „ערשטן מערץ" איז געווען ניקאלאי קיבאלטשיטש. אן איבערגעגעבענער רעוואלוציאנער, איז ער אין די טיפענישן פון זיין נשמה געווען גאר פארליבט אין טעכניק; אין יענער צייט, ווען פליען אין דער לופטן איז נאך געווען א חלום, האט ער זיך אפגעגעבן מיט פראיעקטן פון א פלי-אפאראט. ווען ער איז שוין געזעסן אין תפיסה און האט געוווסט, אז ס'איז אים איבערגעבליבן געציילטע טעג צו לעבן, האט ער אן אלץ פארגעסן אויסער זיין ליבלינגס-פראיעקט. גאנצע טעג האט ער פארבראכט אין זיין קאמער אין שרייבן און צייכענען און רעכענען. אפגעשניטן פון אלע טעכנישע ביכער און הילף-מיטלען, האט ער אנגעשטרענגט אלע זיינע פעיקייטן, אום וואס בעסער ארויסצוברענגען דעם פראיעקט אויפן פאפיר. וועגן דעם האט ער געהאלטן עצות מיט זיין אדוואקאט און ווען עס איז געקומען דער טאג פון פראצעס, האט ער געמאכט פארן געריכט אזא מעלדונג: ער האט געשאפן א פראיעקט פון א פלי-אפאראט, וועלכער קען אפשר האבן די-

גרעסטע באַדייטונג פאַר דער מענטשהייט, און ער וויל נישט, אַז דער פּראָיעקט זאָל שטאַרבן מיט אים צוזאַמען. ער פאַרלאַנגט, מען זאָל די זאַך איבערגעבן צו עקספּערטן. דערנאָך האָט ער געמאַכט דעם לעצטן פּרוב. עטלעכע טעג פאַרן אויספירן דעם טויט-אורטייל האָט ער זיך געווענדעט צו דער מאַכט און געבעטן מען זאָל רופן עקספּערטן און מען זאָל אים ערלויבן זיך אויסצוטעהנען מיט זיי. מען האָט דעם רעוואָלוציאָנער נישט נאָכגעגעבן. מען האָט אים גערודפט אפילו נאָך זיין טויט. ווען דער שעף פון דער פּאָליציי האָט באַקומען צוגעשיקט נאָכן אויספירן דעם טויט-אורטייל איבער קיבאַלטשיטשן די דאָקומענטן וויינע, האָט ער אויף זיי אָנגעשריבן: עס איז נישט צוועקמעסיק צו מאַכן איצט אַ טומל אַרום דעם רעוואָלוציאָנער, און האָט געהייסן אָפּגעבן קיבאַלטשיטשעס פּראָיעקט אין אַרכיוו. אַזוי האָט קיינער נישט דערזען דעם פּראָיעקט אין דער אויסלענדישער פּרעסע האָט מען דעמאָלט, בשעת דעם פּראָצעס וועגן „ערשטן מערץ", יאָ געשריבן, אַז דער רעוואָלוציאָנער קיבאַלטשיטש האָט געהאַט גאונישע איינפאַלן וועגן לופטפליערייַ, נאָר וואָס און ווען האָט קיינער נישט געוווּסט. דער אַרכיוו מיט די פּאַפּירן וועגן „ערשטן מערץ", האָט געהערט צו די גרעסטע סודות פון דער צאַרישער מלוכה, און ערשט נאָך דער רוסלענדער רעוואָלוציע האָט ער דערזען די ליכטיקע שיין.

אין 36 יאָר אַרום נאָך קיבאַלטשיטשעס טויט האָט מען אויסגעגראָבן פון די אַרכיוון קיבאַלטשיטשעס פּראָיעקט און מיט אַ יאָר שפּעטער איז ער פאַרעפנטלעכט געוואָרן (1918). עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז קיבאַלטשיטש האָט ווירקלעך געהאַט אַן אינטערעסאַנטן און אָריגינעלן איינפאַל. ער האָט ריכטיק פאַרשטאַנען, אַז כדי זיך אויפצוהייבן אין דער לופטן דאַרף מען האָבן אַ נייעם מין מאָטאָר, נישט ענלעך צו די, וועלכע זענען געווען פאַרשפּרייט אין זיין צייט. זיין פּראָיעקט איז באַשטאַנען אין אָנוועקשטעלן אויפן פלי-אַפּאַראַט אַ מאָטאָר, וועלכער זאָל אַרבעטן ווי אַ ראַקעטע. איר אַלע האָט מסתמא געזען, ווי עס הייבן זיך אויף צום הימל לייכטנדיקע ראַקעטעס, בשעת אַ פייערונג אָדער אויף מיליטערישע איבונגען. דער שכל פון דער ראַקעטע איז אַזאַ: אַ לייכטע פייערווערק-מאַסע ווערט אַריינגעטאָן אין אויבערשטן טייל פון אַ גילזע און אין איר אונטערשטן טייל שיט מען אָן פּולווער. מען צינדט אָן דעם פּולווער, עס בילדן זיך גאַזן, זיי שטראָמען אַראָפּצו, זייער אימפּעט שטויסט די גילזע מיט דער פייערווערק — אַלץ העכער און העכער און צולעצט ווערט אָנגעצונדן די פייערווערק-מאַסע, — דעמאָלט לייכט אויף אין דער הויך די ראַקעטע. אַזאַ מין מאָטאָר-ראַקעטע האָט פּראָיעקטירט

קיבאלטשיטש. ער האָט געפּלאַנעוועט ספּעציעל מיטלען, כּדי דער פּולווער אין זיין מאָטאָר זאָל אויפרייסן ביסלעכווייז און כּדי די גאַנצע מאַשין זאָל קענען אויפהויבן אַ געהעריקע מאַסע. דאָס איז געווען אַ גועניאַלער איינפאַל, הגם קיבאַלטשיטשס אַפּאַראַט איז נישט געווען צוגעפּאַסט צו די צוועקן פון דער טאָג־טעגלעכער קאָמוניקאַציע. זיין אַפּאַראַט איז אומ־שטאַנד געווען צו פאַרווירקלעכן די פלענער פון לופט־רייזעס אין די גרעס־טע הויכענישן איבער דער ערד אַזש ביז צו דער לבנה און אפילו ביז צו די פּלאַנעטן.

גענויע חשבונות ווייזן, אַז אויב מיר ווילן אויף אַ וועלכער נישט איז מאַשין זיך אָפּרייסן פון דער ערד און גובר זיין איר צוציונגס־קראַפט, מוז די מאַשין אָפּפליען פון דער ערד מיט אַ געשווינדקייט פון מינ־דעסטנס 12 קילאָמעטער אין אַ סעקונדע. פון דעם ערשטן קאַפּיטל ווייסן מיר, אַז קיין שום מאַשין, די קאָמוניקאַציע אויף דער ערד איז נישט אומשטאַנד צו פאַרווירקלעכן אַזאַ גיכקייט. און וואָס האָבן מיר צו רעדן וועגן אונזערע מאַשינעס, ווען אפילו דער גרעסטער האַרמאַט שיסט אַרויס קוילן מיט אַ געשווינדקייט, וואָס איז זייער ווייט פון 12 קילאָ־מעטער אין אַ סעקונדע. עס איז קלאָר, אַז נישט אונזערע אויטאָמאָבילן און נישט עראָפּלאַנען קענען דערגרייכן אָט די געוווּנטשענע ריזיקע גשווינדקייט. עס קען דוכטן, אַז עס לאָזט זיך אויסבויען אַ גראַנדיעזער האַרמאַט, וועלכער זאָל שיסן קוילן ביז צו די פּלאַנעטן. זשול־ווערן האָט אָנגעשריבן וועגן דעם אַ גאַנצן ראָמאַן: נייערע באַרעכנונגען האָבן געוויזן, אַז דאָס איז נישט אינגאַנצן קיין פּוסטע פאַנטאַזיע, אָן ענלעכער האַר־מאַט לאָזט זיך בויען, נאָר אָפּגערעדט דערפון, וואָס דאָס וואָלט געפאָ־דערט אויסערגעוויינלעכע טעכנישע אָנשטרענגונגען, איז דער גאַנצער פּלאַן הינטערשטעליק, אָט פאַרוואָס: ווען מען זאָל אין אַזאַ קויל אַריינ־זעצן מענטשן, וואָלטן זיי אומגעקומען, בשעתן אויסשיסן, און קיין שום מיטל אַקעגן דעם איז נישטאָ. די אונטערשטע שורה איז, אַז עס איז פאַ־ראַן נאָר איין מעגלעכקייט זיך אָפּצורייסן פון דער ערד; און דאָס איז צו פליען אויף אַ לופט־שיף, וואָס איז באַזאָרגט מיט אַ ראַקעטע־מאָטאָר ענ־לעך צו דעם, ווי עס האָט געפּלאַנעוועט קיבאַלטשיטש. צו דעם דאָזיקן אויספיר זיינען זעלבשטענדיק געקומען אַ ריי פאָרשער, וועלכע האָבן פון קיבאַלטשיטשן נישט געוווּסט און נישט געקענט ווּיסן. די ערשטע האָבן ערנסט באַאַרבעט די פראַגע, וועגן אַ לופט־רייזע צו די פּלאַנעטן, עטלעכע רוסישע פאַכלייט. דאָס איז געווען פאַר דעם וועלט־קריג און צוליב די שפּעטערדיקע איבערקערענישן האָט מען אויך זייערע פּלענער פאַרגעסן. אין אייראָפּע האָט מען וועגן זיי אַפּנים בכלל נישט געוווּסט

און צוויי טעכניקער, דער אמעריקאנער נאָראָרד און דער דייטש אָבערט, האָבן, נישט ווּיסנדיק איינע פון די אנדערע, זעלבסשטענדיק געשאַפן טעכנישע פּראָיעקטן פון לופט-שיפן, וועלכע זאָלן דערגרייכן ביז צו די פּלאַנעטן. זייערע לופט-שיפן זיינען ריזיקע ראַקעטן, ווי אַנשטאָט פּול-ווער ווערן אויסגעניצט מאָדערנע ברענשטאָפן. זייערע פּראָיעקטן זיינען טעכניש אויסגעאַרבעט אין אַלע פּרטים, נאָר ווי אין אַלע טעכנישע פראגן מוז דאָ אנטשיידן די פּראַקטיק. עס מוזען צוערשט אויסגעבויט ווערן קלענערע לופט-שיפן פון דעם ראַקעטע-טיפּ. זיי דאַרפן זיך אויפהויבן איבער דער ערד אָבער מיט א קלענערער געשווינדקייט ווי 12 קילאָמע-טער אין א סעקונדע, כדי זיי זאָלן זיך אומקערן צוריק צו דער ערד. ערשט שפּעטער וועט מען זיך קענען לאָזן אין וועג מיט א גרעסערער געשווינדקייט ביז צו די פּלאַנעטן.

אַזאַ רייזע וועט שטענדיק זיין פארבונדן מיט די גרעסטע סכנות. אָפגערעדט דערפון, וואָס דער נייער טיפּ פון א לופט-שיף קען אָפּנאַרן די קאָנסטרוקטאָרן און אויפהערן אינמיטן צו ארבעטן, איז נאָך פאראַן אן אנדער געפאר. דער ראַקעטע-שיף קען זיך אנשטויסן אָן א מעטעאָר אָדער פאַלנדיקן שטערן, מיט וועלכע עס שווימלט און גריבלט אין די הימלישע רוימען. דאָך וועלן זיך זיכער געפינען בעלנים אויף אזא נסיעה, וועלכע וועלן איינשטעלן זייער לעבן אין קאָן. דער אָפּהאַלט איז דערווייל אן אנדערער, עס פעלן מענטשן, אָדער אינסטיטוציעס, וועלכע זאָלן געבן צושטייער גרויסע געלט-סומען אויף אויסצובויען די נויטיקע מאָדעלן און אויף צו מאכן די ערשטע פּרווון. עס בלייבט פאָרט אן איינדרוק, אַז די פּראָיעקטן פון די נסיעות צו די פּלאַנעטן וועלן פריער אָדער שפּע-טער, אין דער אָדער יענער פאָרם, אין אזא אָדער אן אנדער פאַרנעם פארווירקלעכט ווערן. מען וועט בויען פלי-אפּאראַטן ווי ראַקעטעס, וועל-כע וועלן זיך אויפהויבן אויף אזוינע הויכענישן, וווהין עס קען נישט דערגרייכן נישט קיין לופט-שיף, נישט קיין אעראָפּלאַן און ווער ווייסט — אפשר וועט מען טאקע אריינדרינגען אויך ביז צו די נאָנטע און ווייטע פּלאַנעטן.

IV

אסטראָנאָמיע אין טאָג־טעגלעכן לעבן.

יאָר, עיבור־יאָר, חודש, וואָך. — אונזערע זייגערס און די צייטרעכענונג. — די מעטרישע מאָסן און זייער אסטראָנאָמי־שער אָפּשטאַם.

I

דער מענטש פון א גאַנץ יאָר אינטערעסירט זיך מיט אַסטראָנאָמיע. וואָס גייען אים אָן זון, שטערן, פּלאַנעטן! אזוי מיינט ער, ואון ער ווייסט נישט, אז אונזער גאַנצער לעבנסשטייגער איז דורכגעדרונגען מיט אַסטראָנאָמיע. לויט די הימלישע קערפּערס באַרעכענען מיר אונזער צייט, די יאָרן, מאָנאַטן און וואָכן. לויט דער זון שטעלן מיר איין אונזערע זייגערס. אויף אַסטראָנאָמישע אויסמעסטונגען זיינען געבויט אונזערע וואָגן און מאָסן. עס לוינט זיך צו באַקענען מיט אלעם דעם, בפרט מיט אונזער צייט-רעכנונג, אין וועלכער עס שטעקט א גאַנצע ירושה פון אלטע און אוראלטע קולטורן. נאָך אין אוראלטע צייטן האָט דער מענטש באַמערקט, ווי עס גייט אויף און גייט אונטער די זון, ווי נאָך טאָג קומט נאַכט און דערנאָך ווידער טאָג און אז. וו. און האָט זיך אויסגעלערנט צו ציילן די צייט נאָך טעג (ריכטיקער — מעת-לעתן). ווען דער מענטש האָט זיך אויפגעהויבן אויף א העכערער שטופע פון אנטוויקלונג און עס האָבן זיך גענומען אויסקריסטאליזירן גלויבן און געטער און איינשטעלן רעליגיעזע צערעמאָניעס, האָבן זיך געפאָדערט מאָסן אויף צו באַשטימען גרעסערע אָפּטיילונגען. עס איז אנטשטאַנען דער באַגריף פון יאָר. די

לאַנד-ווירטן האָבן זיך גוט צוגעקוקט, ווי עס בייטן זיך די צייטן פון יאָר,
אז עס גייען נאָכאַנאַנד פרילינג, זומער, הארבסט און ווינטער: זיי האָבן
עס גוט געוווסט און האָבן זיך צוגעפּאסט דערצו אין זייער ווירטשאַפט
נאָך דעמאָלט, ווען די מענטשהייט האָט נישט געהאַט דערגאַנגען, אז דאָס
האָט א שייכות צו דער זון. דאָס דרייט זיך די זון ארום דער ערד און
קומט אין א יאָר ארום צו דער אלטער לאַגע, ווי די ערשטע אסטראָנאָ-
מען האָבן אויסגעטייטשט די ערשיינונג. א יאָר צייט דויערט איין פולע
ארומדרייאונג פון דער ערד ארום דער זון, ווי עס לערנט די איצטיקע
אסטראָנאָמיע. א יאָר איז א גרויסע מאָס פון צייט און ווידער פון הימל
האָט מען גענומען א קלענערע מאָס, דעם חודש, דעם מאָנאַט. דאָס איז
די צייט פון איין מולד (נייע לבנה) ביז צום צווייטן מולד. א מעלה האָט
עס געהאַט, וואָס די לבנה איז גרינגער צו באַאָבאַכטן ווי די שטראַלנדיקע
זון. אין פארבינדונג מיטן רעכענען די צייט לויט דער לבנה איז אין די
אוראַלטע צייטן ביי א פולע פעלקער געווען אנגענומען צו פראַווען יום-
טובים לכבוד דער לבנה. די פרומע יידן, וועלכע זיינען נאָך איצטער
מחדש די לבנה און שפּרינגען אקעגן איר, ווייסן זיכער נישט, אז ענ-
לעכעס האָבן מיט טויזנטער יאָרן צוריק געטאָן אויסער יידן אויך אנ-
דערע מזרח-פעלקער, וועלכע האָבן נישט געהערט פון משה-רבנו און נישט
נעגלויבט אין תורת משה.

וואָס אנבאַלאַנגט דער נאָך קלענערער צייט מאָס. דער וואָך שטאַמט
זי אויך פון די גאָר אוראַלטע צייטן, דער ארבעטער, וועלכער באַקומט
ביי אונז זיין לוין יעדער וואָך, ווייס גאָר נישט, ווי אלט איז די וואָך
און ווי זי איז צונויפגעקניפּט מיט דער אלטאַגיקער ליבשאַפט צו דער
צאָל זיבן, וועלכע איז מיט טויזנטער יאָרן צוריק געווען א הייליקע צאָל
און איז אויסגעקניפּט מיט די אמאָליקע אסטראָנאָמישע קענטשאַפטן. ווי
מיר ווייסן פון דעם פריערדיקן קאַפּיטל, האָבן די אלטע פעלקער געקאַנט
„זיבן באַוועגלעכע שטערן": די זון, די לבנה און די פינף פּלאַנעטן:
מערקורי, ווענוס, מארס, יופּיטער און סאַטורן. די איצטיקע אייראָפּייאי-
שע נעמען פון די טעג וויזן דייטלעך, אז די זיבן טעג פון וואָך זיינען
א אָפּשפּיגלונג אָט פון די „זיבן באַוועגלעכע שטערן". די מעשה-בראשית
אין חומש מיט די זעקס טעג שאַפן די וועלט און דעם זיבטן רו-טאָג איז
נישט מערער ווי איינע פון די אוראַלטע לעגענדעס, אין וועלכע עס איז
פאַרוועבט די צאָל זיבן. אין ת"ך געפינען מיר א סך ענלעכע דערציי-
לונגען, יעקב האָט זיבן יאָר און נאָך א מאָל זיבן יאָר געדינט ביי לבנען
פאַר רחל'ן; יוסף אין מצרים האָט פארטייטשט דעם חלום מיט די זיבן
מאָגערע און מיט די זיבן פעטע קי; זיבן לייכטער האָט געהאַט די מנורה

אין משכן; מיט זיבן רימענס האָט מען געבונדן שמשון הגבור און ער האָט זיי צוריסן, און אין זיבן צעפּ זיינען געווען געפלאָכטן זיינע האָר; און אַז. וו.

דאָס זעלביקע איז אין די פאָלקס לעגענדעס פון אנדערע אומות, אין די קריסטלעכע רעליגיעזע צערעמאָניעס און אפילו און אונזערן געוויינלעכן לעבנס-שטייגער רעדן מיר וועגן די „זיבן זאכן".

אונזער וואָך

זונטאָג	באַדייט	זונענטאָג:
מאָנטאָג	„	מאָנטאַג, טאָג פון מאָנד (אויף דייטש לבנה),
דינסטאָג	„	טאָג פון מאַרס, נאָך אַלט גערמאַנישן נאָמען פון דעם דאָזיקן גאָט; דאָס איז דייטלעך צו זען אין פראַנצויזישן נאָמען **mardi**.
מיטוואָך	„	טאָג פון מערקורי, ביי די פראַנצויזן **merc(u)redi**,
דאָנערשטאָג	„	טאָג פון יופּיטער, נאָכן אַלט גערמאַנישן נאָמען פון דעם גאָט
פרייטאָג	„	טאָג פון ווענוס, וועלכע האָט זיך אָנגערופן ביי די אַלט-גערמאַנער פרייאַ.
שבת		טאָג פון סאַטורן, ביי די ענגלענדער **saturday**.

וואָלט דער חודש באַשטאַנען פון אַ גאַנצער צאָל טעג, און דער יאָר פון אַ גאַנצער צאָל מאָנאַטן, וואָלט אַלץ געווען איינפאַך, און עס וואָלט נישט געשטעקט קיין שום חכמה אין דעם לוח, האָט אָבער די נאַטור נישט געטראַכט וועגן אונז מענטשן און וועגן אונזער באַקוועמלעכקייט, און אויפן הימל קומען פאָר די באַוועגונגען אַזוי, אַז עס פאָדערן זיך קונצן, אום צופּאַסן דעם אַסטראָנאָמישן יאָר און דעם אַסטראָנאָמישן חודש צו אַ פּראַקטישער צייט-רעכנונג, וועלכע מוזן זיך בויען אויף גאַנצע צאָלן. לאָמיר אָנהויבן פון חודש. די צייט פון איין מולד ביז צום צווייטן באַטרעפט העכער 29 מיט אַ האַלבן טאָג, גענויער 29,53059 טעג, אָדער בערך מיט 44 מינוט מערער ווי 29 מיט אַ האַלבן טאָג. ווען מען זאָל נעמען אין דורכשניט 29 מיט אַ האַלבן טאָג אין חודש ד. ה. רעכענען איין חודש אין 29 און דעם צווייטן אין 30 טעג, וועט דער טעות באַטרעפן אין 3 יאָר צייט שוין אַ גאַנצן מעת-לעת: אַקעגן דער ווירקלעכער לבנה וועט מען אין דריי יאָר אָפּשטיין אויף 1 טאָג און מ'וועט מוזן צוגעבן 1 טאָג צו איינעם אַ חודש, אום אָנצוויאָגן די לבנה. נאָך שווערער איז אויסצוגלייכן די לבנה-מאָנאַטן מיטן יאָר. דער אמתער יאָר האָלט 365 טעג מיט קנאַפּע 6 שעה (גענוי מיט 5 שעה 48 מינוט 46 סעקונדעס). ווען מען נעמט אין יאָר 12 לבנה חדשים, זעקס צו 29 טעג

און זעקס צו 30 טעג באַקומט זיך אין גאַנצן 354 טעג און מען בלייבט הינטערשטעליק מערער ווי אויף 11 טעג. פונדעסטוועגן האָבן א סך פעלקער גערעכנט די צייט לויט דער לבנה, און זיי אַלע זענען גענויט געווען אָנצוקומען צו צוגאַב-מאָנאַטן, אום זייער יאָר זאָל נישט אָפּשטיין פון ווירקלעכן. אַזוי האָבן געטאָן די אַלטע גריכן און רוימער, אַזוי איז געבויט אויך דער יידישער לוח. אין יידישן לוח האַלטן די מאָנאַטן צו 29 און 30 טעג און פון צייט צו צייט ווערט צוגעגעבן א 13-טער מאָנאַט. (ב׳ אדר). א יאָר מיט 13 מאָנאַטן רופט זיך עיבור-יאָרן, און פאָלגענדער השבון באַווייזט, אַז די ניינצן יאָר מוז זיבן מאָל זיין עיבור-יאָרן 7 יאָר מוז האָבן צו 13 חדשים. 19 זאַמתע זונען יאָרן אַנטהאַלטן 6939 טעג מיט 14 שעה, און 12 פּראָסטע לבנה יאָרן מיט 7 עיבור-יאָרן האַלטן 235 לבנה חדשים אָדער 6939 טעג מיט 16 שעה. עס בלייבט אויסצוגלייכן בלויז דעם קליינעם אונטערשייד פון 2 שעה אין 19 יאָר און דערויף זענען אָנגענומען מיטלען דער חשבון קומט אַרויס נישט קיין איינפאַכער, און ביי אַנדערע פעלקער איז דער לוח געווען געבויט אויסשליסלעך אויף דער זון.

אין אַלטן מצרים, למשל, האָט מען גערעכנט אין יאָר 12 חדשים צו 30 טעג מיט פינף צוגאָב טעג אין יאָר. אַן ענלעכן לוח האָט מען געהאַט אין בבל און אשור. אויך אין שפּעטערדיקן רוים, ערב דער אַנטשטייאונג פון קריסטנטום איז איינגעפירט געוואָרן אַזא לוח. צו די צייטן פון יוליוס צעזאַר האָבן די אַסטראָנאָמען שוין געהאַט אויסגערעכנט די לענג פון יאָר מיט א היפּשער גענויקייט, און זיי האָבן געוווסט, אַז מערער וויניקער באַטרעפט זי 365 מיט א פערטל טעג. יוליוס צעזאַר האָט געמאַכט א סוף צו דעם פּלאָנטער אין רוימישן לוח, וואָס האָט געהערשט ביז צו אים, און האָט געהייסן רעכענען אין יאָר 365 טעג. און יעדער פערטער יאָר זאָל זיין אַן עיבור-יאָר מיט 366 טעג. די קריסטלעכע קירך האָט איבערגענומען די דאָזיקע צייט-רעכענונג און האָט בלויז מוסיף געווען קאָמפּליצירטע כללים אויף צו באַרעכענען די צייט פון קריסטלעכן פּסח. בנוגע די עיבור-יאָרן האָט מען איינגעפירט איינפאַך: א יאָר רעכנט זיך פאַר א עיבור-יאָר, אויב זיין צאָל טיילט זיך אויף 4 (למשל 1924).

1600 יאָר האָט איירָאָפּע געלעבט לויט דעם לוח פון יוליוס צעזאַר, דעם „יוליאַנישן" קאַלענדאַר, און אין פאַרלויף פון דער צייט איז קלאָר געוואָרן די נישט גענויקייט פון דעם לוח. די ווירקלעכע גרויס פון דעם זונען-יאָר איז אויף עלף מינוט מיט 14 סעקונדעס קירצער פאַר 365 מיט א פערטל טעג. בערך אין 128 יאָר לויפט אײן דער לוח

אויף א גאנצן טאָג. און צום יאָר 1582 האָט דער אונטערשייד אויסגע-מאַכט העכער 10 טעג. מען האָט זיך איינפאַך איבערצייגט דערין: ווען מען האָט אָנגעהויבן לעבן לויטן יוליאַנישן לוח, האָט די אַסטראָנאָ-מיע געוויזן, אַז דעם 21-טן מערץ פאַלט אויס יענער טאָג, ווען לויט דעם שטאַנד פון דער זון זענען טאָג און נאַכט גלייך צווישן זיך און האַלטן צו 12 שעה. אין 16-טן יאָרהונדערט פלעגט דער דאָזיקער אַסט-ראָנאָמישער טאָג אויספאַלן לויטן קאַלענדאַר מיט צען אָדער עלף טעג פריער. דער קאַטוילישער פּויפּסט גרעגאָר דער 13-טער האָט גענומען אין אַכט אַט דעם פעלער און האָט אויסגעבעסערט דעם קריסטלעכן לוח. ער האָט געהייסן, אַז דער 5 אָקטאָבער 1582 זאָל גערעכנט ווערן ווי 15-טער אָקטאָבער. (אַזוי האָט מען אָנגעיאָגט די 10 טעג). און אויף ווייטער האָט ער איינגעפירט אַזוי: ווען א יאָר ענדיקט זיך מיט צוויי 00, זאָל ער האַלטן 366 טעג ערשט אין דעם פאַל, אויב די צאָל יאָרהונדערט טיילט זיך אויף 4. אַנדערש גערעדט: ער האָט געהייסן, אַז 1600 זאָל פאַרבלייבן א עיבור-יאָר, אָבער טויזנט זיבן הונדערט, טויזנט אַכט הונדערט און טויזנט ניין הונדערט זאָלן נישט זיין קיין עיבור-יאָרן. דער נייער לוח האָט באַקומען א נאָמען „גרעגאָריאַנישער" אָדער „נייער סטיל" אַקעגן דעם יוליאַנישן אַלטן סטיל, וועלכער איז אויס רעליגיעזע טעמים געבליבן גילטן אין רוסלאַנד און אין אַנדערע לענדער פון דער פּראַוואָסלאַוונער אָדער גריכיש-אָרטאָדאָקסישער קירך. די עלטערע לעזער מוזן געדענקען, די יונגערע מוזן זיך אָנשטויסן דע-רויף אין ביכער, אַז מ'האָט אין דער אַמאָליקער רוסלאַנד געלעבט לויטן „אַלטן סטיל", וועלכער איז ביז 1900 געווען אָפּגעשטאַנען אויף 12 טעג אין פאַרגלייך מיטן מערב אייראָפּעאישן „נייעם סטיל", און אַז דער אונטערשייד האָט זינט 1900 באַטראָפן 13 טעג. די ראַטן-מאַכט האָט אין טויזנט ניין הונדערט אַכצנטן יאָר אָפּגעשאַפן אין רוסלאַנד דעם „אַלטן סטיל", טויזנט ניין הונדערט ניינצן איז די רעפאָרמע דורכגעפירט געוואָרן אין רומעניע. אין יאָר 1923 האָט א קאָנגרעס פון די פּראַוואָסלאַוונע קירכן ענדלעך אינגאַנצן אָפּגעשאַפן דעם אַלטן סטיל. דעם 30 סעפּטעמבער האָט מען געזאָגט קדיש נאָך דעם יוליאַנער לוח. צוויי טויזנט יאָר האָט ער עקזיסטירט און יענעם טאָג איז ער גע-שטאָרבן, וואָרום אויף מאָרגן האָט מען לויטן באַשלוס פון קאָנגרעס געציילט 14-טער אָקטאָבער. אַט אַזוי לעבט איצט די גאַנצע געבילדעטע וועלט לויטן „גרעגאָריאַנער" לוח. דער דורכשניטלעכער גרעגאָריאַ-נישער יאָר אונטערשיידט זיך פון אַסטראָנאָמישן אויף 21 סעקונדעס, און דאָס שפּילט שוין פּאַקטיש קיין שום ראָלע נישט, וואָרום דער אונ-

טערשייד קאָן אויסוואַקסן ביז איין טאָג ערשט אין דריי טויזנט יאָר.

די קריסטלעכע וועלט האָט איבערגענומען ביי די רוימער דעם לוח און צוזאַמען מיט אים אויך די נעמען פון די מאָנאַטן, וועלכע זיי האָבן אָנגערופן די מייסטע מיט די נעמען פון זייערע געטער און אימ-פעראַטאָרן. יאַנואַר איז געווען ביי זיי נישט דער ערשטער, נאָר דער עלפטער מאָנאַט; דאָס יאָר האָט זיך אָנגעהויבן מיט מערץ. דאָס איז געווען אַ אָפּקלאַנג פון די אוראַלטע מזרח-קולטורן און קולטן, ווען דער דערוואַכנדיקער פרילינג האָט בעדייט דעם אָנהייב פון יאָר. דער מאָנאַט פון פּסח איז ביי די קריסטן, ווי ביי יידן, געבליבן אָנהייב יאָר. אויף ווי ווייט דער לעבנס-שטייגער האָט געפאָדערט מען זאָל רעכענען דעם יאָר פון הערבסט, ווען דער לאַנדווירט פאַרענדיקט אַ יאָר האַרע-וואַניע און הויבט אָן אַ נייע תקופה מיט אַ נייעם ווירטשאַפטלעכן פּלאַן, האָט מען ביי די אַלטע יידן און נאָך אין דער נייער צייט אין אייראָפּע געהאַט צווייערליי ניי-יאָרן: אַ רעליגיעזן און אַ בירגערלעכן. ערשט מיט עטלעכע הונדערט יאָר צוריק האָט זיך איינגעשטעלט ניי-יאָר אום ערשטן יאַנואַר, אום ערשטן טאָג פון מאָנאַט, וועלכער טראָגט דעם נאָמען פון אַ רוימישן גאָט יאַנוס, דעם הויזלעכן טויער-גאָט („יאַ-נוס" — טויער פון הויז).

אַזוי אַרום לעבן מיר מיט אַ לוח, וועלכער איז היסטאָריש אויסגע-וואַקסן ווי אַ געמיש פון אַלערליי קולטורן און איז ווייט פון לאָגישער און וויסנשאַפטלעכער אויסגעהאַלטנקייט. די נייע געשיכטע ווייסט בלויז פון איין פּרוּוו איינצופירן אַ אַנדער לוח אָנשטאָט דעם איצטיקן. אין יאָר 1793 האָט דער רעוואָלוציאָנערער פראַנצויזישער קאָנווענט איינגעפירט אַ נייעם לוח. דאָס יאָר האָט געזאָלט האָלטן 12 מאָנאַטן צו 30 טעג יעדערער, און מיט פינף אָדער זעקס צוגאָב-טעג אין אַ יאָר. די מאָנאַטן האָבן באַקומען נייע נעמען, — יעדערער ווייסט נאָך איצט די היסטאָ-רישע דאַטן פון 9-טן טערמידאָר און 18-טן ברומער, — די וואָכן האָבן מען אָפּגעשאַפן און געטיילט יעדן חודש אין „דעקאַדן" צו 10 טעג. צום ניי-יאָר 1806 האָט נאַפּאָלעאָן אָפּגעשאַפט די נייס, און פראַנקרייך האָט צוריק אָנגענומען דעם אַלטן לוח. זינט דעמאָלט האָט מען נישט איינמאָל געשאַפן פּלענער פון רעפאָרמירן דעם לוח, וואָרום דער איצ-טיקער קאַלענדאַר האָט פּראַקטיש גרויסע חסרונות. די מאָנאַטן אונ-טערשיידן זיך לויט דער צאָל טעג און יעדער דאַטע פאַלט אויס איט-לעך יאָר אויף אַ אַנדער טאָג פון וואָך. דער נייסטער פּראָיעקט פון אַ רעפאָרמע שטאַמט פון דעם אינטערנאַציאָנאַלן אַסטראָנאָמישן קאָנגרעס אין רוים אין יאָר 1922. אַ קאָמיסיע פון דעם קאָנגרעס האָט פאָרגע-

ליינט אזא רעפארמע: א יאר באשטייט פון 52 וואכן מיט איין צונאב טאג (אין עיבור-יאר צוויי צונאב-טעג). די צונאב טעג ווערן נישט גערעכנט אין חשבון און אזוי ארום האט יעדער דאטע אויף שטענדיק איר טאג אין וואך. ניי-יאר ווערט אריבערגעטראגן אויפן 22-טן דעצעמבער, וואס דאס איז דער קירצסטער טאג אין יאר. א יאר ווערט איינגעטיילט אין פיר פערטלען צו 13 וואכן, און אויף אזא אופן ווערט געשאפן א הארמאניע צווישן אונזער צייט-רעכענונג אין דער באוועגונג פון דער ערד ארום דער זון. אזוי האט געהאט פארגעלייגט די קאמיסיע, נאר דער קאנגרעס האט נישט געהאט די מוט צו באשטעטיקן די פארשלאגן און דער פראיעקט איז געבליבן נישט פארווירקלעכט. עס פארנעמט זיך איצט מיט דער אנגעלעגנהייט א קאמיסיע ביי דער פעלקער-ליגע און אפשר וועט איר באשערט זיין צו דערפירן די זאך ביז צו א סוף.

2

ביי זשול-ווערן איז פאראן א מעשה, וואס פארשאפט גרויס הנאה נישט דוקא קינדער, נאר אויך דערוואקסענע. א מעשה ווי אזוי א מענטש האט אומגעריכט געפונען א טאג! ער האט זיך אונטערגענומען צו מאכן א „רייזע ארום דער ערד אין 80 טעג", אים האט זיך אויסגעדוכט, אז ער האט פארשפילט די שפיל, אז די נסיעה האט גערויערט ביי אים 81 טעג; און לסוף האט זיך נאר ארויסגעשטעלט, אז ער האט עפעס געוווּנען א טאג און האט זיך אומגעקערט א היים טאקע צום 80-טן טאג. אקוראט ווי איינער וואלט געררייזט א לאנגע צייט אין א וויסטעניש, וואלט געמאכט א חשבון, אז ער קומט אהיים שבת-צו-נאכט צו דער הבדלה, און אין דער ווירקלעכקייט וואלט ער אריינגעפאלן אין שטוב צו קידוש! אזעלכע מעשיות — אבער אזוי צו זאגן אין א קלענערן מאסשטאב — טרעפן טאג טעגלעך מיט א פולע מענטשן. ווען איר פארט איצט למשל פון דייטשלאנד קיין פראנקרייך און דער צוג קומט צו דער גרעניץ-סטאציע, זעט איר זיך פלוצים ארום אז אייער זייגער לויפט אויף א שעה: ביי אייך איז צוויי, און דארטן — איינס. דערפאר אז איר פארט צוריק, כאפט איר אריין א שעה, דער זייגער, וועלכן איר האט געהאט אנגעשטעלט אין פראנקרייך וויזט לאמיר זאגן 5, און אויף דער דייטשער סטאנציע איז דעמאלט שוין 6. ביזן 31 מאי 1922 האט מען דאס זעלביקע געמוזט דורכמאכן אויף דער פויליש-דייטשער גרענעץ. ביי דער נאכט דעם 31-טן מאי 1922 האט אויפ-

געהערט דער אונטערשייד אין דער צייט צווישן דייטשלאנד און פוילן.
דערפאר האבן יענע נאכט אלע איינוווינער פון פוילן געמוזט איבער־
רוקן זייערע זייגערס פון צוועלף אויף עלף. וואס איז דער שכל פון די
אלע אונטערשיידן און פאר וואס עפעס ווייזן די זייגערס פארשיידענע
שעהן אין פארשיידענע ערטער? שולדיק איז דא די ארומדרייאונג פון
דער ערד ארום איר אקס, אדער — ווי אונז דוכט זיך — די באוועגונג
פון דער זון ארום דער ערד. פרימארגנצייט באווייזט זיך די זון אויף
אונזער הימל, זי שטייגט אלץ העכער און העכער און צו א געוויסן מא־
מענט דערגרייכט זי צום העכסטן פונקט איבערן האריזאנט. מיר זאגן,
אז דעמאלט איז „האלבער טאג" אדער 12 אזייגער בייטאג. די צייט
פון איין האלבן טאג ביזן צווייטן טיילן מיר איין אין 24 גלייכע טיילן,
און אזוי באקומען מיר די שעהן. אומעטום אויף דער ערד זענען די
מעת-לעתן און די שעה גלייך, נאר נישט אומעטום שטייט די זון אין
העכסטן פינטל צו איין און דעמזעלביקן מאמענט. „האלבער טאג" האלט
אוים אין איין און דעם זעלביקן מאמענט בלויז אין די ערטער, וועל־
כע ליגן אויף איין מערידיאן (אזוי רופט זיך אן די קרייזן, וואס מען ציט
אדורך איבערן ערד-אויבערפלאך פון פאליוס צו פאליוס). אלע ערטער
אויף איין און דעמזעלביקן מערידיאן ציילן די שעהן פון איין און דעמ־
זעלביקן מאמענט, זייערע זייגערס גייען גלייך, זיי האבן אלע איין און
די זעלביקע לאקאלע, ארטיקע צייט. אנדערש איז מיט די שטעט, וואס
ליגן אויף פארשיידענע מערידיאנען. ווען אין ווילנע למשל איז 12 ביי־
טאג, האלטן אלע פונקטן מזרחית פון ווילנע שוין נאך 12, — פאר זיי
איז די זון פריער אויפגעגאנגען און דערפאר איז איצט ביי זיי נאך
האלבן טאג לויט זייערע לאקאלע זייגערס. דער אסטראנאמיש-געאגרא־
פישער חשבון ווייזט, אז קיין צופעליקייטן זענען דערביי נישטא, עס איז
פאראן א באציאונג צווישן דער לאקאלער צייט און דער לאגע פון אן
ארט אויף דער ערד. ווען אין ווילנע, למשל, איז 12 אזייגער, איז אין
א שטאט, וואס ליגט אויף 15^0 געאגראפישע לענג צו מזרח פון ווילנע,
1 אזייגער, אין א שטאט אונטער 30^0 געאגר. לענג—2 אזייגער א. אז.
וו. דער וועלט-רייזנדער ביי זשול ווערן איז געפארן כסדר מזרחית,
אומעטום פלעגט ער צופאסן זיין זייגער צו דער לאקאלער צייט און
בשעת ער איז ארומגעפארן די גאנצע ערד ארום און ארום, האט ער
בס"ה איבערגערוקט זיין זייגער אויף פיר און צוואנציק שעה: ער האט
טאקע ווירקלעך געזען מיט איין זונען-אויפגאנג מערער, ווי זיינע שטאט־
לייט, וועלכע זענען געבליבן זיצן אינדערהיים. אט אזוי ארום האט ער
„געפונען" א טאג צום סוף פון זיין 80-טאגיקער נסיעה. נאר נישט דאס

זענען מיר דאָ אויסן. פאַר אונז איז וויכטיק דער פאַקט, אַז יעדער פונקט אויף דער ערד האָט זיך זיין אמתן זייגער, זיין לאָקאַלע צייט, און דערפון פלעגן פראַקטיש אַרויסקומען פּלאָנטערס. כּל זמן מענטשן האָבן געלעבט אָפּגעזונדערט און נישט געהאַט קיין גרויסן משא-ומתן איינע מיט די אַנדערע, האָט די פאַרשיידנקייט פון די זייגערס קיינעם נישט געאַרט, און עס איז בכלל דעמאָלט נישט אָנגעקומען אויף אַ מי-נוט. זינט אָבער עס האָבן זיך אַנטוויקלט די מאָדערנע קאָמוניקאַציעס און ספּעציעל די אייזנבאַנען, זינט דאָס גאַנצע לעבן איז געוואָרן אַזוי קאָלאָסאַל רירעוודיק, האָט זיך די זאַך געביטן: מען האָט געמוזט פאַר-איינהייטלעכן די צייט. און די אייזנבאַנען האָבן די ערשטע דאָס פּראַקטיש דורכגעפירט. אויף אַלע סטאַציעס אין אַ לאַנד האָט מען די באַן-זייגערס אוועקגעשטעלט לויטן זייגער פון דער הויפּט-שטאָט, און אין דער דאָזיקער צייט פלעגט מען באַרעכענען אַלע פאָר-פּלענער. אין געוויינלעכן לעבנס-שטייגער האָט נאָך געגאָלטן די „אָרטיקע צייט", און עס איז געווען אַ היפּשער פּלאָנטער. ווער עס איז געווען פאַרן קריג אין וואַרשע געדענקט זיכער, ווי מ'האָט שטענדיק געמוזט חשבונען, אַז אויף דעם וואָקזאַל איז „פּעטערבורגער" צייט און אויף יענעם — „וואַרשע-ווער".

די פּראַקטישע מערב-אייראָפּעער זענען פון דער דאָזיקער צרה לאַנג שוין פּטור געוואָרן: די באַן-צייט האָט מען ביי זיי פּשוט איינגעפירט אַפיציעל פאַר אַלע טאָג-טעגלעכע באַדערפענישן. אַזוי אַרום האָבן די שטעט אין מערב-אייראָפּע אויפגעהערט צו געברויכן זייערע אָרטיקע צייטן. יעדעס לאַנד האָט באַקומען אויף זיין גאַנצן שטח איין נאַציאָ-נאַלע צייט. אין די 1880-ער יאָרן האָט מען אויפגעטאָן אַ נאָך וויכטי-קערע זאַך: מען האָט זיך געאייניקט ווי אַזוי באַקוועמער צו רעגולירן די פאַרהעלטעניש פון די נאַציאָנאַלע זייגערס צו אַ אַנדער. מען איז דורכגעקו-מען צווישן זיך אָט ווי אַזוי: די גאַנצע ערד האָט מען איינגעטיילט אין פּאַסן לויט די מערידיאַנען אַזוי, אַז יעדער פּאַס זאָל באַטרעפן 15° געאָ-גראַפישע לענג און אויפן גאַנצן שטח פון יעדער פּאַס האָט מען איינגע-פירט איין צייט—די צייט פון דעם מערידיאַן, וואָס גייט דורך דורכן מיטן פון פּאַס. דער מערידיאַן פון דער וועלט-באַרימטער גרינישער אָבסער-וואַטאָריע (אין גרינישט ביי לאָנדאָן) האָט מען אָנגענומען פאַר דעם „וועלט-מערידיאַן", און צו ביידע זייטן פון אים גילט זיין צייט, די „מערב-אייראָפּעיאישע". אַזאַ אָרדנונג האָט אַ געוואַלדיקע מעלה אין דער באַציאונג, וואָס דער אונטערשייד פון איין פּאַס ביז צום צווייטן באַטרעפט אין דער צייט גענוי איין שעה. פּונקט דעמאָלט, ווען אין גרי-

ימטש איז 12 בייטאָג, איז אויפן מערידיאן 15° (גייט דורך דייטשלאַנד און שוועדן) 1 אַ זייגער, אויפן מערידיאן 30° (גייט נישט ווייט פון פּעטערבורג — וויטעבסק-רזשיצע) 2 אַ זייגער א. אז. וו. ביים אריבערפאָרן פון איין פּאַס אין צווייטן דאַרף מען, הייסט עס, איבערדרוקן דעם זייגער אויף אַ גאַנצע שעה. די צווייטע מעלה פון דער נייער אָרדנונג איז באַשטאַנען דערין, וואָס עס איז פאַרקלענערט געוואָרן די צאָל נאַציאָנאַלע זייגערס: נאָך דער „מערב-אייראָפּעאישער" צייט לעבן ענגלאַנד, פראַנקרייך, בעלגיע. מיט דער „מיטל-אייראָפּייאישער צייט (פון מערידיאַן 15°) האָבן געלעבט און לעבן עד-היום דייטשלאַנד, איטאַליע, עסטרייך, שווייץ און אַנדערע. ווען פּוילן איז געוואָרן זעלבסשטענדיק, האָט זי איבערגענומען די צייט, וועלכער עס האָבן איינגעפירט אויף איר טעריטאָריע די דייטשן. דאָס איז געווען די „מזרח-אייראָפּעאישע" צייט די צייט פון דעם מערידיאַן 30°, אַזאַ זייגער האָט זיך גענומען דערפון, וואָס דער גרעסטער טייל פון דעם דעמאָלטדיקן פּוילן, אָן פּוזן און שלעזיען, איז געלעגן נענטער צום מערידיאַן 30° ווי צום מערבדיקן מערידיאַן 15°. פאַר פּוילן אין אירע איצטיקע גרענעצן האָט זיך געשאַפן בנוגע צו דער צייט אַ אויסטערלישע סיטואַציע.ביידע צייט-מערידיאַנען, אי דער מערבדיקער פון דעם 15°, אי דער מזרחדיקער פון 30° ליגן אויסער די גרענעצן פון דער מלוכה. פּוילן געפינט זיך צווישן זיי ביידע און אַסטראָנאָמיש איז איינגנטלעך אַלץ איינס, צי זאָל מען איינפירן אין לאַנד די „מיטל-אייראָפּעאישע", אָדער די „מזרח-אייראָפּעאישע צייט". אין דעם ערשטן פאַל וועט אין דער מזרחדיקער העלפט פון לאַנד אויסקומען אַ נפקא-מינה צווישן דער אָפיציעלער און דער „אַרטיקער" צייט, אין דעם צווייטן פאַל וועט דאָס זעלביקע אַרויסקומען מיט די איינוווינער פון דער מערבדיקער העלפט. אפנים צוליב פּאָליטישע טעמים האָט דער פּוילישער סיים אין יאָר 1922 באַשלאָסן צו פאַרבייטן אין פּוילן די „מזרח-אייראָפּעאישע צייט" אויף די „מיטל-אייראָפּעאישע". דערפאַר האָט מען עם דעמאָלט דעם 31-טן מאַי איבערגערוקט אין פּוילן די זייגערס אויף 1 שעה צוריק. זינט דעמאָלט איז נישטאָ מערער קיין פּלאָנטער און מיר געניסן אַלע מעלות פון דער אינטערנאַציאָנאַלער צייט-רעכענונג. פּונקט דעמאָלט ווען אין וואַרשע שלאָגט 12 ווייזט דער זייגער אין לאָנדאָן געננוי 11, אין ניו-יאָרק 6 אינדערפרי אין סאַן-פראַנציסקאָ 3 פאַרטאָג, אין מאָסקווע פאַרקערט 1 בייטאָג, אין שאַנכאַי 7 פאַרנאַכט אין יאָקאָהאַמע 8 אין אָוונט, געציילטע לענדער האַלטן זיך נאָך עקשנותדיק פאַר זייער אמתער לאָקאַלער צייט, די מייסטע לענדער האָבן אָנער-

קענט דעם צייט-אָפּמאַך און אַזוי אַרום פאַראיינפאַכט די אינטער-נאַציאָנאַלע קאָמוניקאַציע.

כדי די וועלט-רייזנדער, וועלכע לאָזן זיך איבער די אָקעאַנען זאָלן נישט פאַרלירן און נישט געווינען קיין טאָג, ווי עס איז פאָרגעקומען מיט זשול-ווערנס העלד, איז אויך געשאַפן געוואָרן אַ אינטערנאַציאָ-נאַלער אָפּמאַך. מען איז דורכגעקומען, אַז ווען מען פאָרט איבערן שטילן אָקעאַן און מען דערגרייכט צום מערידיאַן 180°, דאַרף מען בייטן די דאַ-טע. ווער עס פאָרט פון מערב קיין מזרח און קומט אָן צום דערמאָנטן מערידיאַן לאָמיר זאָגן שבת, דאַרף נאָך שבת ווידער אַ מאָל פראַווען שבת. פאַרקערט איר פאָרט פון מזרח קיין מערב, דאַרף אויפן מערידיאַן איבערהיפּן אַ טאָג, דהיינו אויב ער איז געקומען פרייטאָג מוז ער נאָך פרייטאָג רעכענען גלייך זונטאָג, פאַרלירנדיק דעם שבת.

3

נישט בערך וויכטיקער ווי די רעגולירונג פון דער צייט-רעכענונג איז געווען פאַר אייראָפּע די פאַראיינהייטלעכונג פון די מאָסן און גע-וויכטן. ווען מיר דערמאָנען זיך, וואָס עס האָט זיך געטאָן אין דער באַ-ציאונג אין פוילן ביזן יאָר 1924 ווען מען האָט איינגעפירט די אינטער-נאַציאָנאַלע מעטרישע מאָסן, וועלן מיר האָבן אַ שטיקל באַגריף וועגן דער אומבאַקוועמלעכקייט פון אַ פאַרשיידנאַרטיקייט אין די מאָס. שטעלט זיך איצט פאָר, וואָס פאַר אַ ווילדער פּלאָנטער עס האָט געהערשט אין אייראָפּע צום סוף פון 18-טן יאָרהונדערט, ווען באַזונדערע פּראָ-ווינצן און אפילו איינצלנע שטעט האָבן געהאַט זייערע באַזונדערע מאָסן. עס איז געווען אַ גאַנצע חכמה צו וויסן די אַלע מאָסן און צו קענען אי-בעררעכענען פון איין מאָס אויף אַ צווייטער. די האַנדלס-באַציאונגען האָבן געוואַלטיק געליטן דערפון בפרט, אַז די מאָסן פאַר זיך זענען געווען נישט פעסטגעשטעלטע. מען האָט נישט געוווסט אויף זיכער, וויפל דאַרף האַלטן אַ אמתע מאָס, און מ'האָט פראַנק און פריי געקאָנט באַגיין מיסברויכן: דערצו האָט זיך יעדער לאַנד און יעדער פּראָווינץ פאַרעקשנט געהאַלטן אָן די נאַציאָנאַלע מאָסן. ביזוואַנען עס איז געקומען די גרויסע פראַנצויזישע רעוואָלוציע און האָט געשאַפן אַ סיסטעם פון מאָסן, וועל-כע ס'איז געווען באַשערט זיך צו פאַרשפּרייטן איבער דער גאַנצער וועלט אַ דאַנק איר איינפאַכקייט און פּראַקטישקייט. די גרעסטע מעלה פון דער מעטרישער סיסטעם איז דאָס, וואָס זי איז געבויט אויפן יסוד פון צע-נערס. עס ווערט גענומען די גרונט-מאָס, און זי ווערט געטיילט אויף

10 און ווידער אויף 10 א. א. וו. כדי צו באקומען קלענערע איינסן פון מאס, אדער זי ווערט געכפלט אויף 10 און נאך אמאל אויף 10 און אזוי ווי, אום צו דערהאלטן גרעסערע איינסן. די גרונט-מאס פאר לענג איז דער מעטער. צענטל-הונדערטסטל, טויזנטסטל מעטער הייסן — דעצימעטער, סאנטימעטער, מילימעטער (צום גרונט-װאָרט ווערט צו געגעבן א לאטייניש צאל-װאָרט). צען, הונדערט, טויזנט מעטער ווערן אנגערופן דעקאמעטער, העקטאמעטער, קילאמעטער (די צונאב-ווערטער פאר גרעסערע מאסן זיינען גריכישע צאל-ווערטער). דאס גלייכן איז פאראן א גרונט-מאס פאר געוויכט — דער גראם, מיט די זעלבע צורעכענונגען פון גרעסערע און קלענערע איינסן. דער גראם — דאס איז דאס געוויכט פון א קובישן סאנטימעטער וואסער ביי א געוויסער טעמפעראטור, און אזוי ארום איז די גאנצע מעטרישע סיסטעם געבויט אויפן מעטער.

ווען די פראנצויזישע רעוואלוציאנערע נאציאנאל-פארזאמלונג האט אין יאר 1791 באשלאסן צו רעווידירן די אלטע מאסן און איינפירן נייע, האט זי באאויפטראגט מיט דער זאך א קאמיסיע, צו וועלכער מען האט איינגעלאדן די גרעסטע פיזיקער און מאטעמאטיקער. זיי האבן זיך געשטעלט פאר א צוועק צו שאפן מאסן, וואס זאלן זיין אי פראקטיש, אי פולקום וויסנשאפטלעך. דער עיקר האבן זיי געשטרעבט צו שאפן אזא גרונט-מאסן, וועלכע זאל זיין נישט אפהענגיק פון מענטשן און זאל שטענדיק קאנען אויסגעמאסטן און פעסטגעשטעלט ווערן פון דאס ניי. די קאמיסיע האט באשלאסן, אז די גלייכסטע זאך וועט זיין — אויסצומעסטן די ערד, און פון דער מוטער ערד צו נעמען די גרונט-מאסן פון לענגען. אזוי האט מען טאקע געטאן. מען האט באשלאסן, אז פאר א מעטער זאל גילטן א 10 מיליאנטער טייל פון פערטל ערד מערידיאן, ד. ה. א צען מיליאנטער טייל פונם אפשטאנד צווישן עקוואטאר און פאליוס אויף דער ערד, מיט די בעסטע הילפס-מיטלען האט מען אויסגעמאסטן א טייל פון דעם מערידיאן, אזא אויסמעסטונג אויף דער ערד קען נישט אויסגעפירט ווערן אן גענויע אסטראנאמישע באאבאכטונגען און דערפאר קאן מען זאגן, אז אונזער מעטער איז געבארן פון אסטראנאמיע. אויפן סמך פון די אסטראנאמיש-געאגראפישע אויסמעסטונגען האבן דאסמאל די געלערנטע בארעכנט די לענג פון דעם גאנצן ערד-מערידיאן, און צולעצט געמאכט א ווירע, וועלכע האלט געטוי א פערציק מיליאנטן טייל פון א מערידיאן. די דאזיקע ווירע האט מען געמאכט פון א ספעציעלן מעטאל, א געשמעלץ פון פלאטין מיט אירידי, וואס בייט

זיך נישט פון היץ אָדער פון קעלט, און מ'האָט די ווירע באַהאַלטן אין דעם פּאַריזער מלוכה-אַמט פאַר מאָסן און געוויכטן.

דער מיין דערביי איז געווען פאָלגענדער: טאָמער זאָל זיך מאַכן אַ צופאַל און עס זאָל פאַרפאַלן ווערן די ווירע, וועלכע שטעלט פאָר די גרונט-מאָס, אָדער עס זאָל זיך אַרויסווייזן, אַז איר לענג האָט זיך מיט דער צייט געביטן, וועט מעגלעך זיין אַ פּשוטע קאָנטראָליע, — מען וועט נאָך אַמאָל אויסמעסטן די ערד און מ'וועט ווידער אַ מאָל אויסגעפינען דעם ריכטיקן מעטער. אַז די קאָמיסיע האָט אפשר געהאַט אַ טעות אין מעסטן, אַז די שפּעטערדיקע דורות וועלן פאַרמאָגן פיינערע מעסט-אַפּאַראַטן און וועלן אַנדערש באַשטימען די לענג פון דעם ערד-מערידיאַן, — פון אַזעלכע זאַכן האָט מען אין יענער צייט נישט געמאַכט קיין ווערן. מען איז געווען צו איינגעגלויבט אין כוח פון מענטשלעכן שכל און פון מענטשלעכן וויסן, מען איז געווען צו שטאָלץ מיט די נאַטורוויסנשאַפטלעכע דערגרייכונגען פון דער נייער צייט און מיט די נצחונות פון דער אויפגעקלערטער פילאָזאָפיע, מען האָט זיך נישט פאָרגעשטעלט, אַז די געלערנטע, וועלכע האָבן זיך עטלעכע יאָר נאָכאַנאַנד געמיט אַרום דער אַרבעט פון אויסמעסטן דעם ערד-מערידיאַן, זאָלן נישט האָבן גענוי געטראָפן די לענג זיינע.

און דאָך האָט זיך אין 19-טן יאָרהונדערט אַרויסגעוויזן, אַז די פראַנצויזישע געלערנטע פון דער רעוואָלוציע-צייט האָבן געמאַכט אַ פעלער. פאַר זייער תקופה און מיט זייערע אינסטרומענטן האָבן זיי אויפגעטאָן אַלץ, וואָס זיי האָבן געקאָנט. שפּעטער אָבער האָט זיך די וויסנשאַפט איינגעשאַפט נישט בערך פיינערע אינסטרומענטן און מעטאָדן פון אַרבעט, און אין מיטן פון 19-טן יאָרהונדערט האָט דער דייטשער געלערנטער בעסעל דערוויזן, אַז די ערד איז גרעסער ווי די פראַנצויזן האָבן באַרעכנט, אַז דער אָפּשטאַנד פון פּאָליוס צום עקוואַטאָר אין דער לענג פון אַ מערידיאַן באַטרעפט נישט 10 מיליאָן מעטער, נאָר 10 מיליאָן 856 מעטער. די באַרימטע פאַריזער ווירע איז אַזוי אַרום קירצער ווי אַ פערציק-מיליאָנטל-טייל פון אַ מערידיאַן. שפּעטערדיקע פאָרשונגען האָבן אויפגעקלערט, אַז די ערד איז נאָך אַ ביסל גרעסער אַקעגן בעסעלס באַרעכענונגען אויך. ביי בעסעלן איז אויסגעקומען, אַז די עקוואַטאָרישע האַלבע אַקס פון דער ערד באַטרעפט 6,377,397 מעטער, און לויט די נייסטע מעסטונגען האַלט די דאָזיקע האַלבע אַקס 6,378,249 מעטער. ביי דער גוואַלדיקער גרויס פון קנאַפּע 6 מיט אַ האַלבן טויזנט קילאָמעטער דאַרף, דוכט זיך, דער אונטערשייד פון מער ווייניקער אַ קילאָמעטער איבערהויפּט קיין ראָלע נישט שפּילן. נאָר דווקא אָט אַזוינע פיינערע

אויסמעסטונגען זענען איצטער געוואַלדיק אָנגעלייגט אין דער וויסנשאַפט און דורך זיי שטרעבט מען צו דערגיין די סודות און דעם פיינערן געבוי פון דער נאַטור. למשל, די אָקאָרשט דערמאָנטע גענויסטע מעסטונגען פון דער ערד-גרויס האָבן אפילו מיטגעהאָלפן צו דערגיין, ווי אַזוי זענען פאַרטיילט די מאַסן אינעווייניק אין דער ערד, און ווי אַזוי איז די ערד אינעווייניק געבויט.

געבענטשט זאָלן פונדעסטוועגן זיין די פראַנצויזישע אויפטוער פון דער מעטרישער סיסטעם, מיט זייערע פעלערן און מיט זייערן נישט באַ-רעכטיקטן גלויבן אין דער מאַכט פון זייער וויסן. ווען נישט דער וויסנ-שאַפטלעכער ברען זייערער, וואָלטן זיי נישט באַשטאַנען אַזוי פעסט אויף זייער רעפאָרם און עס וואָלט אַ סך לענגער אָנגעהאַלטן דער פּלאָנטער אין די מאָסן. עס האָט אַזוי אויך גענוג גערדויערט נאָך דער פראַנצויזי-שער רעוואָלוציע, ביז וואַנען די אַנטוויקלונג פון וועלט-האַנדל האָט גע-נויט אַלע פעלקער אָנצונעמען די פראַנצויזישע צענער-מאָסן.

היינט צו טאָג, נאָכדעם ווי רוסלאַנד אונטער דער ראַטן-מאַכט און די געוו. רוסלענדער פּראָווינצן האָבן איינגעפירט ביי זיך די מעטרישע מאָסן, הערשן זיי אין דער גאַנצער וועלט, אויסער ענגלאַנד און צפון-אַמע-ריקע. ענגלאַנד איז נאָך אין דער באַציאונג נישט בייגעקומען איר קאָנ-סערוואַטיזם, דאָס זעלביקע די פאַראייניקטע שטאַטן פון אַמעריקע און די ענגלישע קאָלאָניעס. נישט געקוקט אויף ענגלאַנדס אָפּגעזונדערטקייט זענען די מעטרישע מאָסן געוואָרן איינע פון די בולטסטע שטריכן פון דעם היינטיקן אינטערנאַציאָנאַליזם. וואָס אָנבעלאַנגט דעם מעטער, ווי אַ גרונט-מאָס, שטייט איצט אין די שול-ביכער געשריבן, אַז ער האָט אַ שייכות צום ערד-מערידיאַן.

אין דער וויסנשאַפט און אין די נייערע לערן-ביכער ווערט ריכטיק געזאָגט איינפאַך, אַז די גרונט-מאָסן פון דער מעטרישער סיסטעם — דאָס איז די לענג פון דער מעטער-ווירע, וועלכע געפינט זיך אין פּאַריזער מלוכה אַמט פאַר מאָסן. די דאָזיקע ווירע ווערט אָפּגעהיט מיט דער גרעס-טער פאָרזיכטיקייט. לויט איר זיינען אין דעמזעלביקן אַמט אויסגעפאַר-טיקט גענויעסטע קאָפּיעס, וועלכע געפונען זיך אין די מלוכה-אַמטן פון אַנדערע לענדער, און לויט וועלכע עס ווערן רעגולירט אַלע אינלענדישע מאָסן. און עס זאָל געשען אַן אומגליק און די פּאַריזער ווירע זאָל פאַר-ניכטעט ווערן, וועלן איבערבלייבן אָט די קאָפּיעס און די סיסטעם וועט בלייבן באַשטיין.

אין דער לעצטער צייט איז אויפגעקומען אַ שפּאָגל-נייער פּלאַן, ווי אַזוי איינצופונדעווען די מעטרישע מאָסן און אויפצוריכטן זייער צו-

בונד צו דער נאטור. גענויער פאר אלץ ווערן איצט אויסגעפירט וויסנשאפטלעכע אויסמעסטונגען אין דעם געביט פון ספעקטראלער פאָרשונג.

די לאגע פון די פארשידענע ספעקטראלע ליניעס ווערן באשטימט מיט אזא גענויקייט, וואָס עס איז גאָר שווער פאָרצושטעלן. דערביי איז אלץ איינס ווי עס געפינט זיך דער שטאָף, וואָס זיינע ספעקטראלע ליניעס ווערן געמאָסטן, דער שטאָף מוז ווערן אָנגעגליט ביי אונז אין לאבאראטאָריע, ער מעג זיך געפונען אויף דער זון אָדער אויף א ווייטן שטערן, — שטענדיק פארנעמען זיינע ליניעס דעם זעלביקן אָרט אין ספעקטער, אנדערש גערעדט שיקט ער ארויס גענוי די זעלביקע ליכטיקייט שטראלן, מיט א גענוי באשטימטער לענג פון די ליכטיקייט וועלן. דער אַמעריקאנער געלערנטער אלבערט מייקעלסאָן איז דער ערשטער געפאלן אויפן שכל, אז מען קען פאראייביקן דעם פאריזער מוסטער-מעטער אויף אזא אַרט און שטייגער, וואָס מען וועט באשטימען וויפל וועלן פון געוויסע ליכטיקייט שטראלן אנטשפרעכן דער לענג פון מוסטער מעטער. ער האָט פראקטיש פארווירקלעכט דעם געדאנק און האָט ארויסגעפונען, אז דער מוסטער מעטער האלט 1,553,163 מיט א האלב וועלן פון די רויטע שטראלן, וועלכע עס שיקט ארויס דער מעטאל קאדמיום און אז דער פעלער פון דער אויסמעסטונג קען באטרעפן העכסטנס די לענג פון א האלבער וועל. שפעטער האָט מען נאָך א מאָל אויסגעפירט די מעסט-ארבעט, עס האָט זיך ארויסגעוויזן, אז מייקעלסאָן האָט נישט געהאט קיין טעות, ווארום די צווייטע אויסמעסטונג האָט געוויזן, אז דער מעטער האלט 1,553,164 וועלן פון דער זעלביקער ליכטיקייט. די פיזיק שטאָלצירט מיט אָט די אויסמעסטונגען און דרינגט ארויס, אז מען האָט איצט ווירקלעך טאקע דערגרייכט דעם ציל פון יענע פראנצויזישע געלערנטע בשעת דער רעוואָלוציע: דער מעטער איז טאקע איצט גענומען פון דער נאטור, ווארום עס מעג גיין לאבוד דער פאריזער מוסטער-מעטער מיט אלע זיינע קאָפּיעס, די פיזיקער וועלן אויסמעסטן די געוויסע באשטענדיקע נישט פארענדערלעכע ליכטיקייט שטראלן פון דעם מעטאל-קאדמיום און וועלן אויפסניי אויפבויען די מוסטער-מעטערס, פונקט אזוינע, ווי די פאָרפאלענע.

אָט אזוי פלעכטן זיך וויסנשאפטלעכע פאָרשונגען ארום דער פראקטישער פראגע פון גוטע מאָסן און וואָגן, און דער ספעקטראלער אנאליז ווערט א מחותן מיט אונזער טאָג-טעגליכן לעבענס-שטייגער.

V

אונזער ערד

זוי אלט איז די ערד. — ערדצטערנישן. — וואָס קומט פאָר אינעווייניק אין דער ערד.—ווולקאַנען און זייערע אויסברוכן.— צי איז מעגלעך פאָרויסצוזאָגן ווולקאַנישע אויסברוכן און ערד־צ'טערנישן.

1

עס איז פון לאנגע צייטן אָנגענומען, אז די נאטור ווערט איינגע־טיילט אין „טויטע" און „לעבעדיקע". א מענטש לעבט, א בעל־חי לעבט, אויך א געוויקס געהערט צו דער „לעבעדיקער" נאטור. אין אל־דאָס איבעריקע איז „טויט". עס איז זייער באקוועם אויף אזא אופן פאנאנדערצוטיילן די נאטור, און בפרט איז עס צוועקמעסיק, ווען עס האנדלט זיך וועגן א סיסטעם פון אונזערע וויסנשאפטן. מען טאָר אָבער נישט פארשטיין די איינטיילונג בוכשטעבלעך, מען טאָר נישט מיינען, אז אין דער „טויטער" נאטור איז נישטאָ קיין שום באוועגונג; קיין שום לעבן: דאָ ווילן מיר רעדן וועגן אונזער ערד און זאָל גלייך אין אָנפאנג געזאָגט ווערן, אז די „טויטע" ערד לעבט. נישט נאָר זי לעבט — זי האָט איר לעבעדיקן פנים, וועלכער בייט זיך מיט דער צייט און שפיגלט אָפּ אויף זיך די לעבנסגעשיכטע פון דער ערד.

א באזונדערע וויסנשאפט גיט זיך אָפּ מיטן פאָרשן און באשרייבן די געשיכטע פון דער ערד. דאָס איז די היסטאָרישע געאָלאָגיע.

די דאָזיקע וויסנשאַפט צעגלידערט דעם געשטיין-מאַנטל פון דער ערד. זי קוקט זיך צו צו די געשטיינען און צו די געשטיין-שיכטן ווי אַזוי זיי זענען געלאַגערט, זי דרינגט-אַריין אין די צואַנאַנדערדיקע באַציונגען פון די אַלע שטיין-שיכטן און קלינגט זיך אַרויסצוגעפינען, ווי אַלט איז יעדע געשטיין-שיכט און ביי וואָסערע באַדינגונגען איז זי אַנטשטאַנען.

די וויסנשאַפט גייט נאָך ווייטער אין פּרוווט אַריינצודרינגען אין די „דראָבנע אותיות" פון דעם גרויסאַרטיקן בוך, וואָס רופט זיך אָן „ערד". זי באַקענט זיך מיט די רעשטן פון די אַמאָליקע געוויקסן און בעלי-חיים, וועלכע זיינען איבערגעבליבן אין די געשטיין-שיכטן, און מיט אַנדערע רעשטלעך פון דעם אוראַלטן לעבן, און אויפן סמך פון די דאָזיקע דאָקומענטן, מאָלט זי לעבעדיקע בילדער פון די אַמאָליקע ציטן ביז צו די אורעלטסטע.

ביי בעלשען אין זיין ווערק „ליבע אין דער נאַטור" איז דאָ אַ גלענצנדע שילדערונג, ווי אַזוי אויף דעם אור-אוראַלטן „אַלגאָנקישן ברעג" האָבן זיך באַוויזן די ערשטע שפּראָצונגען פון לעבן אויף דער ערד.

די „אַלגאָנקישע צייט" דאָס איז די ערשטע תקופה אין דער געשיכטע פון דער לעבעדיקער ערד, ווען עס האָבן זיך באַוויזן אויף איר די ערשטע סימנים פון לעבן אין געשטאַלט פון די פּשוטסטע בעלי-חיים. פריער איז געגאַנגען אַ תקופה, ווען אויף דער ערד איז בכלל קיין לעבן נישט געווען, און דערנאָך זענען אַוועק ציטן, וואָס די געאָלאָגן האָבן זיי איינגעטיילט לויט דעם מוסטער פון אונזער מענטשלעכע געשיכטע; אַלטערטום פון דער ערד, מיטל-אַלטער און נייע צייט. (די וויסנשאַפטלעכע באַצייכענונג פאַר די אַלע ציטן: „פּאַלעאָזאָישע", „מעזאָזאָישע" און „נעאָזאָישע" מיידן מיר אויס, כדי עס זאָל אויסקומען פאַרשטענדלעכער).

ווען אַלטערטום פון דער ערד ווייסט די געאָלאָגיע צו דערציילן, אַז דעמאָלט איז אַלץ געווען אַנדערש ווי איצט, — אַן אַנדער איינטיילונג פון יבשה און ים, אַן אַנדער קלימאַט, אַנדערע באַשעפענישן. אָט פון דעם אַלטערטום איז אונז געבליבן אַ טייערע מתנה, דאָס זיינען די לאַגערן שטיין-קוילן אין דעם אויבערשטן צודעק פון דער ערד.

דער געאָלאָגישער מיטלאַלטער ווערט געשילדערט ווי עפּעס מער היימישעס פאַר אונז. עס באַווייזן זיך חיות פון דעם מין ווינגערס, עס הויבן אָן צו וואַקסן בלעטער-ביימער, אָבער אין אַלגעמיין אין דער לאַנדשאַפט פאַרט אַן אַנדערער. די בעלי-חיים זיינען דערווייל בערך זעלטן.

אויף דער ערד שווימלט און גריבלט מיט אלערהאנט אויסטערלישע רמשים.

ערשט אין דער נייער צייט ווערן אויסגעבילדעט אויף דער ערד די איצטיקע פינף גרויסע ערד-טיילן, און די אָקעאַנס מיט די גרויסע ימים נייען-אריין אין זייערע איצטיקע ברעגעס: עס שטאַרבן אויס אַ סך פון די אוראַלטע ערד-איינוווינער און אַנדערע ווערן געבוירן, — עס שאַפט זיך אונזער וועלט פון געוויקסן און בעלי-חיים, און מען ווייסט אויף געווי, — אַז אין דער צווייטער העלפט פון דער נייער צייט האָט שוין אין אייראָפּע געלעבט דער מענטש.

פרעגט זיך איצט, מיט וויפל יאָר צוריק איז דאָס אלץ געווען? דאָס הייסט, אַנדערש געפרעגט, — ווי לאַנג לעבט די ערד? אָט דערין איז די געאָלאָגיע געווען ביז נישט לאַנג הינטערשטעליק. זי האָט געוווּסט גענוי צו באַצייכענען, וואָס איז געווען פריער און וואָס שפּעטער, אָבער אויס-צומעסטן די פאַרגאַנגענהייט פון דער ערד אין יאָרן איז געווען איבער אירע קרעפטן.

געלערנטע האָבן גענומען צו הילף די ביאָלאָגיע, די וויסנשאַפט וועגן דער אַנטוויקלונג פון לעבעדיקע באַשעפענישן און דיזיקע וויסנשאַפט האָט זיי אָנגעוויזן, אַז די געשיכטע פון דער ערד, וואָס אַנטהאַלט אין זיך קאַ-לאָסאַלע קאַפּיטלען פון לעבנס-אַנטוויקלונג, — איז אַ לאַנגע געשיכטע. זי גייט נישט אין טויזנטער און צענליקערטויזנטער; נאָר זיכער אין מי-ליאָנען יאָרן. דאָס איז געווען נישט מער ווי אַ שטיקל ענטפער, און מ׳האָט ווייטער געזוכט און געפאָרשט, ערשט נישט לאַנג האָט מען גע-פונען כמעט ווי דעם גאַנצן ענטפער, און געשען איז עס נאָר אַדאַנק דער פיזיק.

ווי קומט עפּעס אהערצו פיזיק? גאָר איינפאַך. מיר מענטשן האָבן צוליב אונזערע באַקוועמלעכקייטן איינגעטיילט די קענטשאַפט פון דער נאַטור אין שטיקער, אָנגערופן יעטוועדער שטיק מיט אַ באַזונדערן נאָמען און מיר שטודירן יעטוועדער שטיק פאַר זיך, כדי עס זאָל אונז לייכטער זיין באַנעמען דאָס גאַנצע. די ווירקלעכע נאַטור ווייסט נישט פון דער איינטיילונג, און די שענסטע אַנטדעקונג אין דער וויסנשאַפט קומען טאַקע אַרויס דעמאָלט, ווען עס גיסן זיך צונויף עטלעכע צווייגן פון פאָרשן.

די פיזיק איז דערגאַנגען נישט לאַנג, אַז עס זענען פאַראַן שטאָפן, וועלכע פאַרמאָגן אַ פעיקייט זיך צו פאַרוואַנדלען איינע אין די אַנדערע, די אַזוי גערופענע שטראַלנדיקע שטאָפן. שפּעטער באַטראַכטן מיר זיי אין אַ באַזונדערן קאַפּיטל, דערווייל וועלן מיר קורץ זאָגן, אַז די

דאָזיקע שטאָפן זענען נישט קיין באשטענדיקע און פאַרוואַנדלען זיך פון זיך אַליין אין אַנדערע שטאָפן. אזוי למשל איז די פיזיק דערגאַנגען, אַז דער כעמישער שטאָף אוראַן, וועלכער קומט אַריין ווי אַ באַשטאַנד־טייל אין אַ סך געשטיינס פאַרוואַנדלט זיך אין משך פון דער צייט, הגם אויסערס פאַמעלעך, און גיט אַרויס פון זיך גענוי באַשטימטע קוואַנטומס פון דעם גאַז העליום און פון אַ ספּעציעלן סאָרט בליי (דער דאָזיקער סאָרט בליי איז עטוואָס לייכטער פאַרן געוויינלעכן בליי). די אויספאָרשונג ווידער פון די געשטיינען האָט דערוויזן, אַז אויב אַ געשטיין אַנטהאַלט אין זיך אַ סך פון דעם שטאָף אוראַן, געפינט זיך אין אים שטענדיק העליום און בליי דווקא פון דעם לייכטערן סאָרט. דערווייל האָט מען געטאָן אזוי: מען האָט גענומען אוראַן־געשטיינען וואָס געהערן זיכער צו אַ באַשטימטער געאָלאָגישער צייט, און מען האָט אויסגעמאָסטן, וואָס פאַר אַ סכום העליום ענטהאַלטן זיי. די פיזיקער פון זייער זייט האָבן גענוי באַשטימט, אַז יעדער גראַם אוראַן גיט אַרויס פון זיך און אַ יאָר צייט איין צענמיליאָנטסטל פון אַ קוביק־סאַנטימעטער העליום, אָדער — אַנדערש גערעדט, — אַז עס דויערט 10 מיליאָן יאָר, ביז פון 1 גראַם אוראַן זונדערט זיך אָפּ איין קוביק סאַנטימעטער העליום. וויסנדיק וויפל העליום עס ענטהאַלטן די געשטיינען, האָט מען גלייך באַשטימט זייער געבירטס יאָר. די זעלביקע אויסרעכענונגען האָט מען, צוליב קאָנטראָליע, געמאַכט מיטן לייכטן בליי פון די געשטיינען. עס האָבן זיך באַקומען מער ווייניקער די זעלבע רעזולטאַטן, און דאָס איז געווען דער בעסטער באַווייז, אַז די גאַנצע פאָרשונג איז נישט פאַלש. לויט אַזוינע מעטאָדן זיינען געפאָרשט געוואָרען געשטיינען פון פאַרשידענע געאָלאָגישע תקופות, אונערע און עלטערע, און דער העליום מיטן בליי האָבן אזוי צו זאָגן געדינט ווי „מעטריקעס" פון די געשטיינען און ממילא אויך פאַר דער ערד.

די אָקאָרשט באַשריבענע פאָרשונגען זענען אין דער ווירקלעכקייט ווייט נישט אזוי איינפאַך, ווי עס קען זיך דוכטן לויט אונזער באַשרייבונג. נאָך נישט אַלץ איז דאָ פולקום אויפגעקלערט און די אונטערשטע שורה איז, אַז עס זיינען פאַראַן פאַרשידענע מיינונגען וועגן דעם עלטער פון דער פעסטער ערד. דער ענגלענדער דזשאָלי, אַ גרויסער מומחה אויף דעם געביט, שאַצט דעם עלטער פון דער ערד אין 250 מיליאָן יאָר, און דייטשישע געלערנטע פאַרגרעסערן דעם עלטער פון דער ערד ביז 1500 — 1600 מיליאָן יאָר.

2

דאָס איז אַלץ געערדט געווען וועגן דעם עלטער פון דער פעסטער ערד, נאָכדעם ווי עס האָט זיך אויסגעבילדעט אויף איר א פעסטע געשטיינצודעק, וואָרום איידער די ערד איז געוואָרן פארגליווערט, איז זי געווען געגליכן צו א פייערדיקן קויל און ערשט ביסלעכוויז האָט זי זיך אָפּגעקילט. א ראיה דערויף האָבן מיר ערשטנס דעם איצטיקן אויסזען פון דעם ערד־אויבערפלאַך און צווייטנס, די ערד־ציטערנישן און די וואולקאַנישע דערשיינונגען.

ווען די געאָלאָגן באַקענען זיך גענויער מיט די געשטיינשיכטן, פון וועלכע עס איז געבויט די ערד־קאָרע, איבערצייגן זיי זיך, אז די שיכטן זיינען שטאַרק געפּאַלדעוועט און בכלל נישט רעגלמעסיג געלאַגערט איינע איבער די אַנדערע. מען דרינגט ארויס דערפון, אז די ערד האָט נישט אַנדערש ווי געמוזט זיין אמאָל גליענדיק־פליסיק און מען ברענגט דערצו א ביישפּיל מיט א עפּל.

נעמט א פרישן געזונטן עפּל און באַהאַלט אים ערגיץ־ווו אויף א צייט. ווען איר וועט אים ארויסנעמען, וועט איר דעם עפּל נישט דערקענען. די גלאַטע בלישטשענדיקע הייטל איז געוואָרן איינגעשרומפּן און ליגט איצט ארום עפּל ווי א ברייטע געפאַלדעוועטע בייטל. וואָס איז געשען מיטן עפּל? א פשוטע זאַך. ער האָט אין דעם פארבאַהאַלטענעם אָרט אויסגעהויכט א טייל פון זיין זאַפטיקייט, ער איז געוואָרן איינגעטריקנט, און ביים איינטריקענען האָט זיך פארקלענערט זיין פארנעם. דאָס הייטל איז דעריבער געוואָרן צו גרויס פארן עפּל, וואָרום דער שטאָף פון הייטל איז געווען אַנדערש געבויט, ער האָט נישט ענטהאַלטן אין זיך אזוי פיל פייכטקייט, ווי דאָס אינעווייניקע פון עפּל. בכן איז דאָס הייטל פאר זיך אזוי גוט ווי נישט געוואָרן קלענער און האָט זיך איצט ארומגעלייגט אין פאַלדן ארום דעם אויסגעטריקנטן עפּל. דאָס זעלביקע זאָגט מען איז געשען מיט אונזער ערד. זי איז געווען א פייערדיקע קויל און ערשט ביסלעכוויז האָט זי זיך אָפּגעקילט. פון אויבן האָבן זיך אָנגעזאַמלט געוויסע שטאָפן און זיינען פארגליווערט געוואָרן אין דער געשטאַלט פון א פעסטער קאָרע, שפּעטער ביי דער ווייטערדיקער אָפּקילונג פון דער ערד, האָט זיך דער איינגעווייד פון דער ערד שטאַרקער איינ־

געשרומפּן, ווי חי אויבערשטע שטיינערנע שיכטן און דער פּועל יוצא איז געווען, אז דער געשטיינצודעק פון דער ערד איז געוואָרן צו גרויס פאַר דער ערד-קויל און זי האָט זיך גענומען פאַלדעווען.

אזוי איינפאַך ווי ביים עפּל האָט עס אָבער נישט געקאָנט צוגיין. די ערד-קאָרע אפילו אין איר יונגן צושטאַנד, איז ווייט נישט געווען געגליכן צו א ווייכער הייטל. זי איז באַשטאַנען פון שטיינערנע מאַסן, די געשטיינען פון דער ערד זענען געווען פאַרשידן געבויט און האָבן געהאַט א פאַרשידענע פעסטקייט, און יעדער מין געשטיין האָט אויף זיין אָרט און שטייגער נאָכגעגעבן דער איינשרומפּונג, דעם פאַלדעווען זיך. אזוי אַרום האָט די ערד-קאָרע געפּלאַצט אין מאַסן ערטער, און גוואַלדיקע שטיינערנע מאַסן האָבן זיך ביי יעדן אָרט פון אזא בראָך איינע אַראָפּגעלאָזט אַראָפּצו און אַנדערע דערהויבן געוואָרן. אין אַנדע-רע ערטער האָט די קאָרע געפּלאַצט נישט אין דער טיף, נאָר אין דער ברייט און עס איז דאָרטן פאָרגעקומען אזוי ווי שטיינערנע דעקעס וואָלטן זיך אַרויפגעלייגט איינע אויף חי אַנדערע. היינט וואָס אַנבע-לאַנגט דעם „איינגעווייד" פון דער ערד, איז ער אויך נישט געווען געגליכן צו אַן עפּל, וואָרום אינעווייניק איז די ערד אויך נישט געבויט פון איין שטאָף, וואָס זאָל זיך האָבן געפונען אין איין באַשטימטן צושטאַנד. גע-נוי צו זאָגן וואָס אייגנטלאַך קומט פאָר אינעווייניק אין דער ערד איז נאָך דערווייל די וויסנשאַפט ניט אימשטאַנד. וועגן דעם און וועגן די אינעווייניקסטע ווירקנדיקע קרעפטן פון דער ערד זיינען פאַראַן פאַר-שידענע טעאָריעס, צו וועלכע מיר וועלן זיך נאָך ווענדן.

אין דעם מאָמענט איז פאַר אונז וויכטיק אן אַנדער זאַך. מיר האָבן געזאָגט אזוי: די ערד האָט זיך אָפּגעקילט, זי האָט זיך איינגעשרומפּן און איינגעפאַלדעוועט, עס האָבן דערביי געווירקט פאַרבאַהאַלטענע קרעפטן און סיבות... מיר האָבן וועגן אַלעם דעם גערעדט בלשון עבר, ווי פון א פאַרגאַנגענע זאַך, כדי דאָס בילד זאָל אַרויסקומען דייטלעכער און קלערער. אין דער ווירקלעכקייט האָט זיך די געשיכטע פון דער ערד נישט אָפּגעשטעלט און נישט פאַרענדיקט. דאָס זעלביקע, וואָס איז פריער אַמאָל פאָרגעקומען מיט דער ערד, קומט פאָר אויך איצטער. דער אונטערשייד אַנטקעגן פריער באַשטייט נישט מער ווי אין דער מאָס, אין דעם פאַרנעם פון די ערשיינונגען. די איצטיקע געעלטערטע ערד האָט נישט דעם אַמאָליקן אימפּעט, אויסער דעם איז די ערד-קאָרע גע-וואָרן שטייפער און גרעבער, און איבער דעם פילט זי נישט אזוי שטאַרק די ווירקונג פון די קרעפטן, וואָס שטרעבן ביז היינטיקן טאָג איבערצו-בויען דאָס פּנים פון דער ערד.

די פּאָלקס-שפּראַך האָט נישט באַוווסטזיניק געשאַפן אַ גלענצנדע וואָרט אויף צו באַצייכענען די ערשיינונגען, וואָס געהערן אַהער צו, דאָס וואָרט „ערדציטערנישן" עס איז טאַקע עד-היום נישטאָ. דער מאָמענט, ווען ערגעץ ווו עס זאָל אין די ערד-טיפענישן פון דער ערד-קאָרע נישט פאָרקומען עפּעס אַ באַוועגונג פון געפּאַלדעוועטע אָדער איבערגערוקטע שטיין מאַסן. און די גאַנצע ערד-קאָרע איז זייער שפּירעוודיק צו די דאָזיקע באַוועגונג, — זיי ווערן פאַרשפּרייט אויף גרויסע מרחקים, ווי דורך אַ פּעדער, אַ ספּרוזשינע, און אַט איבער דעם האַלט די ערד-קאָרע כסדר אין איין אויפציטערן. און נישט נאָר וואָס זיי ברענגען דעם מענטשן קיין שאָדן נישט — מען פילט זיי אפילו נישט און מען איז פון זיי געוואויער געוואָרן ערשט נישט-לאַנג, ווען מען האָט געשאַפן אינסטרומענטן אויף צו שטודירן די זעלטענע, שטאַרקע אויפציטערונגען פון דער ערד, די דערשיינונגען וועלכע מען באַצייכנט געוויינטלאַך מיטן נאָמען „ערדציטערנישן".

וואָס אַנבעלאַנגט דעם, דאַרף מען וויסן, אַז אויף אונזער אַלטער ערד זיינען פאַראַן ראַיאָנען עלטערע, מערער איינגעפּונדעוועטע, און יונגערע, מערער באַוועגלעכע און רירעוודיקע. צו די ערשטע געהערן — צום גליק פאַר אונז — די ברעגעס פון אַטלאַנטישן אָקעאַן און גרויסע שטחים פון אייראָפּע און אַמעריקע, ווי אויך פון די אַנדערע ערד-טיילן. די ברעגעס פון שטילן אָקעאַן, ווי אויך אַ ברייטער פּאַס, וואָס ציט זיך פון מיטללענדישן ים איבער קאַווקאַז אין די הויכע אַזיאַטישע בערג און דערנאָך ביי דרום אַזיע, געהערן צו דער צווייטער קאַטעגאָריע, ווי דאָס פּאַלדעווען זיך פון דער ערד-קאָרע לאָזט זיך נאָך פילן איצטיענוג שטאַרק און ווי עס קומען פאָר גרויסע און שטאַרקע ערדציטערנישן.

אַקוראַט ווי דער אויסברוך פון אַ ווולקאַן קומט פּלוצים אין אומגעריכט אַזוי מאַכט זיך פּלוצים און אומגעריכט פאַר אונז אַזאַ קאָמבינאַציע פון די אינעווייניקסטע קרעפטן פון דער ערד, וואָס טרייסלען אויף די ערד אין אַ געוויסן פּלאַץ. ווי ביי אַ אויסברוך, מאַכט זיך אַמאָל, אַז די ערד ווערט אַפּריער שוואַך אויפגעציטערט, באַקומט אַ שוואַכן שטויס, וועלכער גיט אַנצוהערעניש אויף די קומענדיקע שטאַרקע ערדציטערנישן. און אַנדערשמאָל געלינגט די איינוואוינער אַ דאַנק דער אַנצוהערעניש צו ראַטעווען דאָס לעבן, געוויינלעך קומט דער אומגליק נו געשווינד, און ביי אַ גרויסער ערדטרייסלעניש איז דער חורבן אַ שרעקלעכער: הייזער פאַלן איין און מאַראָבן אונטער זיך די לעבעדיקע

באשעפענישן, אייזנבאנען ווערן צושעדיקט, טייכן אפגעווענדט אין א נייעם בעט און אין א נייער ריכטונג.

די לעצטע גרויסע ערדציטערניש איז פארגעקומען אין יאפאן דעם ערשטן סעפטעמבער 1923 יאר. עס זיינען דעמאלט דירעקט פון דער ערדציטערניש און פון די מעטערהויכע כוואליעס, וועלכע האבן זיך אויפגעהויבן אין ים, צושטערט געווארן העכער 575 טויזנט הייזער. עס זענען אומגעקומען 100 טויזנט מענטשן און א נאך גרעסערע צאל איז פארוואונדעט געווארן.

3

די ערשיינונג פון ערדציטערנישן רופט שטענדיק ארויס א גרויסן אינטערעס ביים ברייטן עולם. די געלערנטע ווארטן נישט אויף אזעלכע געלעגנהייטן, טאג-איין, טאג-אויס טוען זיי די פארשגדע ארבעט, און מיען זיך ארייננצודרינגען אין די סודות פון די קרעפטן, וועלכע געוועלטיקן אינעווייניק אין דער ערד און זיינען גורם אויך די ערדציטערנישן. נישט איין פרווו איז געמאכט געווארן צו דערגיין דעם סוד, אבער קיינעם איז דערווייל נישט געלונגען אויסצוטייטשן די זאך אזוי, אז אלע זאלן אנערקענען זיין ערקלערונג. די געאלאגיע האט איצט צו טאן מיט א גאנצן אויסוואל פון טעאריעס, וואס טיילוויז זיינען זיי ענלעך איינע צו די אנדערע, און טיילוויז גייען זיי זיך גאר אנגאנצן פאנאנדער. פאראן טעאריעס, וואס זיינען געבויט לויט דעם אקארשט שוין געשילדערטן סקארבאון בילד, ווי די ערד קילט זיך אפ און ווערט דערביי איינגעשרומפן. און פאראן ווידער טעאריעס וועלכע ווילן נישט וויסן פון דעם אנגענומענעם נוסח און גיבן א שפאגל נייע שילדערונג וועגן דער געשיכטע פון דער ערד. איינע אזא טעאריע האט די לעצטע יארן געמאכט א גרויסן רושם. דער פערפאסער אירער, דער דייטשישער געלערנטער אלפרעד וועגענער, איז א דאנק איר געווארן א גרויסער מפורסם, און מיר ווילן דא געבן א שטיקל באגריף וועגן זיינע פארשונגען.

וועגענער האלט נישט פון דער גאנצער מעשה מיט דעם איינגעשרומפט ווערן פון דער ערד, בשעת איר אפקילונג. ער ווערט נישט נתפעל דערפון, וואס די מעשה ווערט אזוי דערציילט אפילו אין די גייסטע ביכער, און ער שטעלט אוועק א גאנצע ריי קלאץ-קשיות אויף אפצופרעגן די אלטע טעאריעס. ער מאלט זיך זיין בילד פון דער ערד-געשיכטע. דאס ערשטע און וויכטיקסטע, אויף וואס עס שטיצט זיך

די נייע טעאָריע איז דער פעסטגעשטעלטער פאַקט, אַז די ערד-קאָרע באַשטייט פון צווייערליי געשטיינען. צו איין גרופּע געהערן לייכטערע געשטיינען, וועלכע אַנטהאַלטן אַ סך אַליומיני, צו דער צווייטער — שווערערע געשטיינען, וועלכע זיינען רייכע אין מאַגנעזיע. די ערשטע בילדן, אַזוי-צוזאָגן דעם פונדאַמענט פון אונזערע קאָנטינענטן, די צווייטע ליגן טיפער אין דער ערד, און אויף ווי ווייט זיי טרעפן זיך אויבן-אויף, האָט דאָס די טיפעניש אַרויסגעגעבן זיי פון זיך צו פאַרשידענע ציימן, בשעת די ווולקאַנישע אויסברוכן. צווייערליי געשטיינען — אַליומינישע און מאַגנעזישע, און לויט וועגענערן זיינען זיי פאַרשטייער פון צוויי גרונט-פאַרשידענע שיכטן אין דער ערד.

דער קערן פון דער ערד, דער גרעסטער אינעווייניקסטער טייל פון ערדקויל באַשטייט פון די מעטאַלן ניקל און אייזן. איבער דעם קערן גייט אַ גוואַלטיק-שטאַרקער שיכט פון די מאַגנעזישע געשטיינען, וועלכער האַלט ביי 1500 קילאָמעטער די גרעב. און ערשט איבער איר קומט דאָס, וואָס מיר רופן אַן ערדקאָרע — אַ דינער, אַ גאָר דינער שיכט פון די לייכטערע אַליומינישע געשטיינען. אַמאָל אין די גאָר אוראַלטע ציימן, איז דאָס געווען אַ ווירקלעכע קאָרע. זי האָט באַקליידט ווי אַ צודעק די גאַנצע ערד. איבער איר האָט געפּלייצט אַ וואַסער, נישט גאָר קיין טיפער וואַסער, אין וועלכן ס'איז אַנטשטאַנען דאָס ערשטע לעבן אויף דער ערד. אָט די אַליומינישע קאָרע איז נישט איינגעשרומפּן געוואָרן מחמת אָפּקילונג; מיט איר איז געשען אַן אַנדער איבערקערעניש. אינעווייניק אין דער ערד וועקן קרעפטן, וואָס רוקן כסדר טיילן פון דער ערד-קאָרע און נויטן זיי צו באַוועגן זיך אויפן אויבערפלאַך, — און אַ דאַנק דעם האָט די קאָרע אין אייניקע ערטער געפּלאַצט, און אין אַנדערע האָבן זיך שטיקער ערדקאָרע צונויפגערוקט; אַזוי אַרום איז אין אַ טייל ערטער אַנטבלויזט געוואָרן די אונטערערדישע מאַגנעזישע געשטיין-שיכט, און אין אַ טייל האָבן שטיקער פון דער ערד-קאָרע זיך צונויפגעגאָסן צו גרעבערע מאַסן. די אַנטבלויזטע שטעלן זיינען באַדעקט געוואָרן מיט וואַסער, און דערפון האָבן זיך גענומען די אָקעאַנען, און פון די צונויפגערוקטע שטיקער ערד-קאָרע, זיינען געוואָרן די איצטיקע קאָנטינענטן (טיילן פון דער יבשה). צוגעגאַנגען איז דאָס אַלץ נישט גאָר איינפאַך. צוערשט האָט זיך אויסגעבילדעט איין גרויסע יבשה און איין גרויסער אָקעאַן. די גרויסע יבשה, וועלכע איז געשאַפן געוואָרן פון די צונויפגערוקטע שטיקער ערד-קאָרע, איז געווען אין עטלעכע מאָל גרעבער ווי די אָנפאַנגלעכע דינע ערדקאָרע. נאָר פאָרט איז זי געבליבן אַ סך דינער פאַר דער מאַגנעזישער שיכט. זי איז געשווימען

אין דער דאָזיקער שיכט, בערך אַזוי ווי אַ אייז-באַרג שווימט אין ים; אַ קלענערער טייל פון דער יבשה האָט זיך דערהויבן איבער דער מאַגנעזישער שיכט, דער גרעסערער איז געבליבן שטעקן אין איר: די אַנטבלויזטע שטעלן פון דער מאַגנעזישער שיכט זיינען געוואָרן דער דעק פון דעם איצטיקן שטילן אָקעאַן, שפּעטער האָט זיך די איין גרויסע יבשה צושפּאָלטן, טאַקע צוליב די זעלבע רוק-קרעפטן. ביידע אַמעריקעס — צפון-אַמעריקע און דרום-אַמעריקע — האָבן זיך אָפּגעריסן פון אייראָפּע — אַפריקע און האָבן זיך אָפּגערוקט אין דער ריכטונג מערבית. ווען מען גיט איצט אַ קוק אויף דער קאַרטע, וואַרפט זיך באַלד אין די אויגן, אַז דרום-אַמעריקע און אַפריקע פּאַסן איינע צו די אַנדערע, ווי צוויי פונאַנדערגערוקטע שטיקער פון איין צוריסענעם פּאַפּיר. צווישן אַמעריקע און אייראָפּע מיט אַפריקע האָט זיך אויך אַנטבלויזט די מאַגנעזישע שיכט — דאָס איז דער דעק פון דעם איצטיקן אַטלאַנטישן אָקעאַן. דער אַטלאַנטישער אָקעאַן איז אַזוי אַרום דער יינגערער, דער שטילער אָקעאַן איז דער עלטער, אוראַלטער און עכטער אָקעאַן. לויט וועגענערן קומט אויס, אַז טאַקע דערפאַר טרעפן זיך אָפּט ערדציטערנישן ביי די ברעגעס פון שטילן אָקעאַן און נישט ביים אַטלאַנטישן. דער דעק פון שטילן אָקעאַן, טענהט ער, איז פון די אורעלטסטע צייטן אַזוי פעסט פאַרגליווערט געוואָרן, אַז ער פאַרטראָגט נישט דעם מינדסטן רוק, און דעריבער ברענגט דאָרטן יעטוועדער רוק פון דער יבשה צו אַ ערד-ציטערניש. פאַרקערט דער יינגערער אַטלאַנטישער אָקעאַן האָט אַ ווייכערן דעק, דערפאַר קאָן זיך די יבשה ביי זיינע ברעגעס פרייער רוקן — צו קיין ערדציטערניש קומט נישט דערביי, דער ווייכערער דעק שלינגט איין די באַוועגונגען, ווי אַ פייער.

אויסער די באַוועגונגען פון די גרויסע טיילן יבשה, זענען פאָרגעקומען אויך קלענערע שפּאַלטונגען און באַוועגונגען. בשעת עס האָט זיך גערוקט אַ גרעסערע יבשה-שטיק, האָבן זיך אָפּגעריסן פון איר קלענערע טיילן — די איצטיקע אינזלען. אינטערעסאַנט זענען אין דער באַציאונג די עטלעכע קייטן פון אינזלען, וועלכע ציען זיך פאַזע די מזרח-ברעגן פון אַזיע. צו איינער אַזאַ אינזל-קייט געהערט אויך יאַפּאַן. דאָס זענען אַלץ שטיקער פון דעם קאָנטינענט אַזיע, וועלכע האָבן זיך אָפּגעריסן פון אים און זענען געבליבן שטעקן אויף זייער אַלטן אָרט אין וועלט-אָקעאַן, בשעת דער גאַנצער קאָנטינענט האָט זיך איבערגערוקט צו מערב-זייט, צווישן דעם קאָנטינענט אַזיע און די דאָזיקע אינזלען איז געוואָרן אַ „איינגער" ים, בשעת'ן אָפּרייסן זיך פון די אינזלען, האָבן די ווייכערע מאַגנעזישע געשטיינען פון דער פריש-אַנטבלויזטער

שיכט טיילווייז אריינגעדרינגען אין דעם פונדאמענט פון די אינזלען: דערפון נעמען זיך די ווולקאנען מיט זייערע אָפטע אויסברוכן. — דאָס רייסן זיך ארויפצו די אקארשט דערמאָנטע מאַגנעזישע געשטיינען. היינט ווי מאלד עס קומען פאָר אזעלכע אינעווייניקסטע באוועגונגען און נאָך אנדערע דערצו. רוען נישט די אינזלען. דערפון ווידער נעמען זיך די גרויסע און קליינע ערדציטערנישן. ווארום צו מזרח זייט פון די אינזלען ליגט דער שטילער אָקעאן מיט זיין שטייף פארגליווערטן אוראלטן דעק, וועלכער פארדעקט שוין נישט און גיט נישט נאָך די באוועגונגען, ווי א וואַנט גיט נישט נאָך דער כוואליע און שליידערט זי אויף צוריק, אזוי פארשטארקט אויך דער דעק פון שטילן אָקעאן די ווירקונגען פון א אונטער-ערדישער באוועגונג.

מיר וועלן זיך נישט אריינלאָזן אין אנטוויקלען ווייטער די אלע טעאָריעס וועגן דעם אינעווייניקסטן געבוי און די אינעווייניקסטע קרעפטן פון דער ערד. לאָמיר זיך ווענדן צו דער אנדער ערשיינונג אין לעבן פון דער ערד, וועלכע האָט א גאַנצן שייכות צו ערדציטערנישן, מיר מיינען די ווולקאנען אין זייערע אויסברוכן.

וואסער טעאָריע וועגן דעם געבוי פון דער ערד מיר זאָלן נישט אָננעמען, איינס שטייט פעסט לויט אלע טעאָריעס: אונטער דעם געשטיין צודעק פון דער ערד געפינט זיך א פייערדיק פליסיקע שיכט פון געשמאָל-צענעם געשטיין. אן אָפענע פראגע איז נאָר דער פרט צי רינגלט ארום די דאָזיקע פליסיקע שיכט די גאנצע ערד, אזוי, אז די יבשה שווימט איבער איר, אָדער דער פעסטער געשטיין-מאנטל ענטהאלט אין זיך בלויז ערטערווייז רעזערוואַרן, באסיינען פון דעם פייערדיק-פליסיקן שטאָף. אזוי צי אזוי נאָר אונטער דער ערד-קאָרע געפינט זיך א פייערדיק פלי-סיקע שיכט. גענוי צו באשרייבן דעם צושטאנד פון דעם שיכט איז פאר אונז נישט מעגלעך: אינעווייניק אין דער ערד, אונטער דער פעסטער ערד-קאָרע איז די טעמפעראטור א געוואלדיקע, זי דערגרייכט ביז אין טויזנטער גראדן, און א צוגאָב דערצו לאָזט זיך דאָרט פילן דער קאָלאָ-סאל גרויסער דרוק פון דער געשטייניקער ערד-קארע. קורץ-גערעדט, דאָרט הערשט אזא צושטאנד, וואס אויבן אויף דער ערד איז ער לגמרי נישטאָ, און ממילא פעלן אונז אויס גענויע באגריפן אויף אים צו באַ-שרייבן. ווו עס פעלט דער באגריף, דאָרטן העלפט מען זיך מיט א וואָרט, און אזוי איז געשאפן געוואָרן דאָס וואָרט „מאגמע" אויף צו

באצייכענען די מיטלסטע פייערדיק־שיטערע שיכט פון דער ערד. מיר זאגן „מיטלסטע שיכט", ווארום נאך טיפער ליגט דער גרעסטער און שווערסטער באשטאנדטייל פון דער ערד דער „קערן".

די פייערדיק־פליסיקע מאגמע ענטהאלט אין זיך א גרויסן סכום גאזן, דערין אויך וואסער־דאמף; אזוי ווי די דאזיקע גאזן געפינען זיך ביי א הויכער טעמפעראטור און אונטער א מוראדיק גרויסן דרוק, זענען זיי ביז גאר צונויפגעפרעסט, און דערפון נעמט זיך זייער שטרעבונג — זיך צו פארשפרייטן, זיך ארויסצורייסן פון דער קלעם, אין וועלכער זיי געפינען זיך אונטער דער ערד־קארע. די אויבערשטע שיכט פון דער ערד, ווידער, איז נישט געגליכן צי א פעסטן פארדעק, וואס זאל אומעטום מיט דער זעלביקער שטייפקייט איינהאלטן דעם קאכעדיקן ים פון דער מאגמע. ערטערווייז איז די ערד־קארע היינט - צו מאג געבויט פעסטער, סאלידער, און ערטערווייז זענען די שפאלטן און בראכן פון די פריערדיקע צייטן נאך נישט צוגעדעקט ווי געהעריק. אט אין אזוינע „שוואכע" ערטער פון דער ערד־קארע רייסן זיך ארויס די צונויפגעפרעסטע גאזן פון דער מאגמע און ציען נאך זיך שטראמען פון דער פייערדיקער צעשמאלצענער מאגמע, שטראמען „לאווע" ווי מען רופט דעם פליסיקן אויסגוס פון די ווולקאנען, בעת ער רייסט זיך ארויס אויפן אויבערפלאך.

אין די פארגאנגענע צייטן, ווען די ערד איז געווען אפילו יינגער און פייערדיקער אין דעם בוכשטעבלעכן זין פון ווארט, פלעגט אזוינע אויסברוכן געשען א סך אפטער, און פון זיי שטאמען פארשיידנסטע בעשטיינען אין אונזער איצטיקער ערד. איצט איז די ערד אלט און שלאף, און נישט מער ווי אין געציילטע ערטער ווייזט זי ארויס איר אמאליקן טעמפעראמענט. אייראפע געהערט איצט צו די גליקלעכע לענדער, וועלכע פארמאגן ווייניק איבערגעבליבענע פייער־בערג, און צו די עטלעכע געציילטע אייראפייאישע פייער־בערג געהערט עטנא, וואס האט געהאט א שטארקן אויסברוך אין יאר 1923. דאס בילד פון די ווולקאנישע אויסברוכן איז כמעט שטענדיק, ביי די אייראפייאישע ווולקאנען, איין און דערזעלבער. אין דעם בארג באווייזן זיך נידעריקער אדער העכער שפאלטן — עס עפענען זיך „קראטערן", ווי מען רופט אן אזוינע שפאלטן — און פון זיי פליסן געוואלטיקע שטראמען לאווע. ווי אן אריינפיר צו דעם אויסברוך קומט־פאר א לייכטע ערדציטערניש, און ביים אנפאנג אויסברוך רייסן זיך ארויס געוואלטיקע מאסן גאזן מיט וואסער־דאמף און וואלקנס אש מיט ווולקאן־האגל, אפטמאל אויך מיט ווולקאן שטיינער. דאס זענען פארגליווערטע שטיקער און טיילכעלעך פון

דער מאגמע, וועלכע רייסן זיך ארויס צוזאמען מיט די גאזן און ווערן פארהארטעוועט ביים ארויסגיין אין דרויסן. געוויינלעך באדעקן דער אש און דער ווולקאן-האגל גרעסערע שטחים ווי די שטראמען לאווע און פארשאפן גרעסערע היזקות. די טעמפעראטור פון דער לאווע באטרעפט איבער טויזנט גראד און עס פארשטייט זיך, אז זי איז דאס געפערלעכסטע, זי טראגט מיט זיך טויט און פארניכטונג. דער גליק און דער אומגליק באשטייט דערין, וואס די לאווע ווערט געשווינד אפגעקילט און באוועגט זיך מיט א כסדרדער פערמינערטער געשווינדקייט. אין יאר 1910 למשל האט די לאווע פון עטנא צוערשט געפלאסן מיט א געשווינדקייט פון 500 מעטער (א האלב ווערסט) א שעה און מיט עטלעכע טעג שפעטער — מיט א גיכקייט פון בלויז 2 מעטער א שעה. עס מאכט צום סוף אן איינדרוק, אז דער קאטאסטראפאלישער שטראם בלייבט פלוצים שטיין ווי פארגליווערט. כל-זמן דער מלאך-המותדיקער שטראם פון דער לאווע האט זיך נישט אפגעשטעלט פון זיך אליין זענען מענטשלעכע כוחות נישט אימשטאנד אים אפצוהאלטן. דאס העכסטע קאן געלונגען אפצוקערעווען דעם שטראם אין א מינדער שעדלעכער ריכטונג, ווען זיין לויף איז שוין געווארן א לאנגזאמער. קורץ גערעדט, די רעטונג פון אן אויסברוך איז א שווערע זאך.

איירָאפּע קאן זיך נאך טרייסטן דערמיט, וואס ערשטנס באזיצט זי בלויז עטלעכע געציילטע ווולקאנען און צווייטנס, וואס די אייראפעאישע ווולקאן-אויסברוכן זענען קליין אין פארגלייך מיט עגלעכע נאטור-קאטאסטראפעס אין אנדערע ערטער. אט למשל, זענען געווען פאלן, און מענטשן פון אונזער צייט קאנען עס געדענקען, אז ריכטיקע אינזלען זענען אומגעקומען פון ווולקאנישע אויסברוכן. די בארימטסטע און טרויעריקסטע פון די דאזיקע געשיכטעס איז די מעשה מיטן אינזעל קראקאטאא אין דעם סונדא-דורכגוס, צווישן די אינזלען יאווא און סומאטרא. אויף דעם קראקאטאא זענען געווען ווולקאנען, וועלכע האבן א לענגערע צייט נישט געארבעט. אין מיטן יאר 1883 האט דער גרעסערער פון די דאזיקע ווולקאנען גענומען שפייען מיט פייער, און דעם 27-סטן סעפטעמבער איז פארגעקומען אן אויסערגעוויינלעכער אויסברוך, בעסער געזאגט — אן אויפרייס. צוויי דריטל פון דעם אינזל קראקאטאא זענען דערביי איינגעזונקען און זיך ארפגעלאזט אויף א טיפעניש ביז צו א דריטל קילאמעטר. דער אויפגעריסענער מאטעריאל פון קראקאטאא האט פארשאטן די שכנישע צוויי קלענערע אינזלען און האט זיי היפש פארגרעסערט. אויפן ארט פון אויפרייס זענען קיין גרויסע אומגליקן מיט מענטשן נישט געשען. אבער דער ווולקאנישער אויסברוך האט אויפגע-

רודערט דעם גאנצן אָקעאַן, און די כוואַליעס האָבן רואינירט שטעט און שטעטלעך אויפֿן אינזל יאַוואַ און נאָך אויף אַנדערע אינזלען. די וואָלקנס אַש פֿון דעם וווּלקאַנישן אויסבראָך האָבן זיך דערהויבן אויף צענדליקער קילאָמעטער, און אומעטום אויף דער גאַנצער ערד האָט נאָך אונטערגאַנג געשײַנט אַן אויסטערלישע געלבלעכע דעמערונג.

נאָך אַ טרייסט קאָן מען האָבן, אַז ווען נישט די וווּלקאַנישע קרעפֿטן וואָלטן אַ סך נוציקע מינעראַלן געבליבן פֿאַרבאַהאַלטן אינעווייניק אין דער ערד און וואָלטן נישט אָנגעזען די ליכטיקע שײַן. און אויב עס וועלן זיך באַשטעטיקן די סאַמע נײַע פֿאָרשונגען וועט זיך אפשר אַרויסווײַזן, אַז אָן די וווּלקאַנישע־אויסבראָכן וואָלט אויף דער ערד שוין געווען אָפּגעשטאָרבן יעטוועדער אָרגאַניש לעבן. די געוויקסן אויף אונזער ערד קאָנען נישט אויסקומען אָן קוילן־זויערס, און עס איז אַ סברא, אַז די לעבעדיקע אָרגאַניזמען פֿאַרברויכן כסדר דעם קוילן־זויערס פֿון דער לופֿט, און ווען די וווּלקאַנען וואָלטן אין דער צײַט פֿון די אויסבראָכן נישט באַרײַכערט די לופֿט מיט פֿרישע קוילן־זויערס, וואָלט אַלץ שוין געווען טויט אויף אונזער ערד.

5

די מענטשן, וועלכע קומען אום בשעת וווּלקאַנישע אויסבראָכן און ערדציטערנישן ווערן נישט געהאָלפֿן מיט דער אָדער יענער טעאָריע. פֿאַר יעדער אײנצעלנעם אײנוווינער פֿון די געפֿערלעכע געגנטן איז וויכטיק אָן אַנדער פֿראַגע. צי איז נישט מעגלעך לויט געוויסע סימנים פֿאַראויסצוזאָגן אויף פֿריער דאָס אָנקומען פֿון אַ וווּלקאַנישן אויסבראָך? לײַדער קומט אויס צו ענטפֿערן דערויף מיט ניין. מיר ווייסן צו ווייניק וועגן דעם וווּלקאַניזם, כדי צו מאַכן פֿאַראויסזאָגונגען. אַ וווּלקאַן זאָגט נישט אָן פֿאַרויס די דאַטע פֿון זײַן אויסבראָך. ערשט דעמאָלט, ווען עס האַלט שוין ערב דעם אויסבראָך, ווען דער אונטערערדישער אויפֿרייס פֿון די גאַזן האָט שוין אַדורכגעמאַכט אַ טייל וועג אין דער ערד־קאָרע און האַלט שוין בײַם אַרויספּלאַצן אויפֿן אויבערפֿלאַך, — ערשט דעמאָלט באַקומען די אײנוווינער געוויסע אָנצוהערענישן. די ערד ווערט אויפֿגעציטערט, עס שטײַגט די טעמפּעראַטור פֿון די וואַסערקוואַלן אַרום וווּלקאַן. די אײנוווינער פֿאַרשטייען די גרויזאַמע סימנים און אײַלן זיך צו ראַטעווען זייער לעבן. אין פֿאַרבינדונג דערמיט איז געמאַכט געוואָרן אַ פֿאָרשלאָג: אויסצוגראָבן בײַ די זײַטן פֿון די וווּלקאַנען שמאָלע און גאָר טיפֿע גריבער, אײַנצושטעלן דאָרט אויטאָמאַטישע טערמאָמעטערס,

כדי זיי זאָלן גלייך ווייזן. ווי נאָר די ערד וועט ווערן אָנגעוואַרימט פון
די אָנקומענדיקע אונטערערדישע שטראָמען לאַווע, פּאַקטיש איז פון אַלע
אַזוינע פּלענער דערווייל גאָרנישט געוואָרן.

אויך ערדציטערנישן איז מען דערווייל נישט אימשטאַנד פאַראויס-
צוזען. דערפאַר האָט מען די לעצטע יאָרן זייער אַ סך אויפגעטאָן אין
דער פאָרשונג פון די גרעסערע און קלענערע באַוועגונגען אין דער ערד-
קאָרע און מיר ווייסן ווען זיי נישט צו פאַרגלייכן מערער ווי פריער.
אַמאָל זענען באַשריבן געוואָרן בלויז יענע ערדציטערנישן, וועלכע זע-
נען פאָרגעקומען אין קולטור-לענדער, און מען האָט גאָרנישט געקאָנט
ווּיסן וועגן ערד-ציטערנישן, וועלכע פּלעגן אפשר נאָך אין אַ גרעסערע
צאָל געשען אין היסטענישן וווּ קיין מענטשן זענען נישטאָ, אָדער גאָר
אין די טיפענישן פון די אָקעאַנען. די באַשרייבונגען ווידער האָבן געגעבן
אַ באַגריף מערער וועגן די חורבות און היזקות, ווי וועגן דער עצם ער-
שיינונג. איצט האָט מען אַרויסגעפונען מיטלען צו מעסטן ערדציטער-
נישן: געלערנטע האָבן אויפגעבויט און פאַרפולקומט אַפּאַראַטן, וואָס
פאַרצייכענען אויטאָמאַטיש יעטווידער ציטערניש פון דער ערד, פון דער
קלענסטער ביז דער גרעסטער, און פאַרצייכענען עס אַזוי פּינקטלעך און
גענוי, אַז אויפן סמך פון דער פאַרצייכענונג לאָזט זיך באַרעכענען, ווי
שטאַרק איז געווען די ערדציטערניש און וווּ זי איז פאָרגעקומען. „סייס-
מאָמעטערס" רופן זיך אָן אַזעלכע אַפּאַראַטן, און אין די גרויסע אָבזי-
ראַפּייאישע שטעט, וווּ סזיצן געלערנטע, וואָס פאַרשטייען, ווי זיך צו
באַגיין מיט די אַפּאַראַטן און ווי אויסצוטייטשן זייער שפּראַך ווערן גע-
פירט סיסטעמאַטישע פאָרשונגען מיט זייער הילף.

ערשט איצטער, ווען די וויסנשאַפט האָט באַקומען אַ מעגלעכקייט
צו פאַרצייכענען אַלע ערדציטערנישן אָן אַן אויסנאַם און צו מעסטן זיי,
האָט זיך אָנגעהויבן די אייגנטלעכע אויספאָרשונג פון דער ערשיינונג.
די „סייסמאָלאָגיע", די ספּעציעלע קענטשאַפט פון די ערדציטערנישן
און בכלל פון אַלע אינעווייניקסטע ערד-באַוועגונגען, איז נאָך דערווייל
אַ יונגע וויסנשאַפט. ווען זי זאָל זיך אַנטוויקלען צו אַזאַ שטופע, אַז עס
וועלן פאַר איר קלאָר זיין די געזעצן, וועלכע געוועלטיקן אינעווייניס
אין דער ערד און רעגולירן די אינעווייניקסטע באַוועגונגען פון דער ערד-
קאָרע, וועט זיך אויך קענען פאָרויסזען ערד-ציטערנישן. ביז צו יענער
צייט קען די ערד-וויסנשאַפט נישט זאָגן פאָרויס די צוקונפט, פאַרקערט,
זי קומט אחר-המעשה; זי פאַרצייכנט און אַנאַליזירט יעדער געשעע-
ניש, יעדער אויפטו פון די אונטערערדישע קרעפטן, כדי דורך דעם צו

-ערגיין די געזעצן פון ערדלעבן. און עס ליגט אין אייגנארטיקע טראגיק רערין, וואס ערשט ווען עס קומט פאר א קאטאסטראפע, עפנט זיך פאר אונז אויף א ווײַלע א פענסטערל, דורך וועלכן מען קאן ארײַנקוקן אין די סודות פון דעם ערד-אינערן.

אוצרות פון דער ערד

דער אמאליקער מענטש און זיינע אוצרות. — אייזן, שטיין־קוילן און נאפט. — דער דוחק אין נאפט.— אליומיניום, דער צוקונפט־מעטאל און העליום.

I

אין דעם פריערדיקן קאפיטל האבן מיר עטלעכע מאל דערמאנט פארבייגייענדיק די אוצרות פון דער ערד, די נוציקע מינעראלן, וואס ווערן פון איר אויסגעגראבן. דער באגריף אוצר איז אבער נישט קיין באשטענדיקער. אלץ ווענדט זיך דא אן דעם מענטשנס טעכנישע מעגלעכקייטן. עס האבן זיך געביטן אין פארלויף פון דער געשיכטע די טעכנישע דערגרייכונגען און צוזאמען דערמיט האט זיך געביטן דער באגריף פון די ערד־אוצרות.

נישט דא איז דער ארט זיך ארייננצולאזן אין די פארשונגען וועגן אנטשטייאונג פון מענטש אויף דער ערד. דא וועט גענוג זיין צו זאגן, אז דער מענטש האט א זייער לאנגע אורגעשיכטע, און אז דער אורעלטעסטער מענטש האט זיך שוין באנוצט מיט אוצרות פון דער ערד.

דער אורעלטסטער מענטש האט ווי א חיה געלעבט פון דער נאטור, פון די ווילד וואקסנדיקע פירות און יאגדעס, פון פיש־פאנג און געיעג. איין זאך האט ער נאר פארמאגט, וואס האט אים געשטעלט העכער פאר פאר אלע אנדערע בעלי־חיים — ווערקצייג. אט די ערשטע טעכנישע

ווערקצייג זענען גענומען פון דער ערד. דער אורמענטש האָט גענומען א שטיק פייער-שטיין אָדער א האַרטן געשטיין. האָט אים גראָב אַרומגע-האַקט, און האָט באַקומען צו דער האַנט די אַזוי גערופענע „פויסט-קלינע", א געצייג א כל-בו: מיט דער פויסט-קלינע האָט ער געקאָנט שטעכן און בויערן, שניידן און שאָבן און בשעת א דוחק האָט ער מיטן גראָבן עק פון דער קלינג געקאָנט אויך געבן א קלאַפּ, ווי מיט א האַק.

צענדליקער טויזנטער יאָרן איז דער אורמענטש געשטאַנען אויף דער געשילדערטער מדרגה און האָט נישט געוווּסט פון קיין אַנדערע „טעכני-שע" מאַטעריאַלן אויסער די פּשוטע שטיינער, וועלכע האָבן זיך אַרום אים געפונען. ערשט שפּעטער איז ער דערגאַנגען, אַז די ערד האָט אויף איר אויבערפלאַך נאָך אַן אוצר — ליים, פון וועלכן מען קאָן אויסאַרבעטן ליימענעם געפעס. אָט די קונסט פון אויסנוצן ליים צו טע-פּעריי איז דער אורמענטש דערגאַנגען א פולע שפּעטער, ווען ער האָט זיך אויפגעהויבן אויף אַזא שטופע, אַז זיין ווייכטיקסטע באַשעפטיקונג איז געוואָרן פויצוכט און באַאַרבעטונג פון דער ערד. דעמאָלט האָט זיך דער אורמענטש אויסגעלערנט צו מאַכן אויך א בעסערן געברויך פון דעם ערשטן ערד-אוצר, פון דעם שטיין. ער איז דערגאַנגען, אַז שטיין לאָזט זיך באַאַרבעטן אויף א מערער פיינעם אופן, ווי זיינע עלטער-זיידעס האָבן געוווּסט, דהיינו; אַז שטיין קאָן מען פּאָלירן. פאַר די פאַרשידע-נע צוועקן פון זיין טאָג-טעגלעכן לעבן האָט ער זיך אויסגעלערנט אויס-צופּאַרטיקן פאַרשיידענע געצייג. ער האָט זיך געשאַפן א אַקער-שטיין (פון דעם איז שפּעטער געוואָרן דער אַקער-אייזן), שטיינער צו מאָלן תבואה און אַנד. ער האָט זיך אויסגעלערנט צו מאַכן לעכער אין געשטיין, ווי אויך אין ביינער פון בעלי-חיים, אין הערנער און אין ביין פון דעם אור-עלפאַנט, דעם מאַמאָנט און אַזוי אַרום אויסצופּאַרטיקן געצייג פון שטיין אָדער ביין מיט הילצערנע הענטלעך. צום אויסגאַנג פון דער „שטיין-צייט", ווי עס רופט זיך אָן די צייט, ווען דער אורמענטש האָט נאָך געלעבט אָן מעטאַלן, האָט ער זיך נישט באַנוגנט מיט די פּשוטע שטיינער, וועלכע האָבן זיך געוואַלגערט אַרום זיין ישוב. ער איז געוואָרן א גע-ברויכער פון בעסערע מינים געשטיינען פאַר זיין וואָפן און געצייג און פלעגט זיי אַראָפּברענגען פון דערווייטנס. פיינער זענען אויך געוואָרן מיט דער צייט זיינע אויסאַרבייטונגען פון ליים.

און אמתע איבערקערעניש אין מענטשלעכן לעבן האָט אַריינגעבראַכט די ערשטע אויסנוצונג פון מעטאַלן. דער אורמענטש האָט זיך אָנגעשטויסן פריער פון אַלץ אויף יענע מעטאַלן, וועלכע געפינען זיך אין דער נאַטור גרייטער הייט, נישט אין דער געשטאַלט פון אַרצן, וואָס פון זיי מוז מען

ערשט ארויסבאקומען דעם מעטאַל, און וועלכע לאָזן זיך לייכט שמעלצן און גיסן. דער ערשטער און וויכטיקסטער פון די מעטאַלן איז געווען קופּער. עס איז אַ סברה, אַז אין אַלטן מצרים האָט דער מענטש צום ערשטן מאָל גענומען געברויכן קופּער אויף אויסצופאַרטיקן נוציקע געגנשטאַנדן. געשען איז עס אפֿנים אין צייטן, וועלכע גרייכן ביז פיר טויזנט יאָר פאַר קריסטוסעס געבורט. ווי נאָר מען האָט ארויסגעפונען דעם נוצן פון קופּער, איז מען אויך דערגאַנגען, אַז ריינער קופּער איז אַ צו ווייכער שטאָף, און אַז מען קאָן אים מאַכן האַרטער, ווען מען זאָל צו אים צוגעבן אַ ביסל צין. אַזוי איז אַנטשטאַנען אין יענע אַלטע צייטן בראָנז, דער באַוווסטער שמעלץ פון קופּער מיט צין.

בראָנז איז צוערשט געווען אַ טייערער געגנשטאַנד, נישט פאַר אַלעמען צוטריטלעך. ווי ביי אונז איז גאָלד און זילבער. פון קופּער און בראָנז פלעגט מען אויספאַרטיקן טייערע חפצים און די עלטעסטע געפינסן פון קופּערנע און בראָנזענע כלים זענען — געוויסע וואָפן, שפּיגעלעך פון פּאָלירטן מעטאַל, טעפּלעך צו פּודער... ווי עס איז צו זען פון באַגראָבענע אין דער ערד רעשטן פון דעם אַמאָליקן לעבן, זענען געווען לענדער, וווּ די ערשטע מעטאַלן האָבן דורות לאַנג געדינט בלויז פאַר די אויבערשטע שיכטן פון דער באַפעלקערונג, פאַר די הערשער. די מעטאַלענע חפצים בילדן אין די רעשטן פון די דאָזיקע קולטורן, וועלכע זענען אַנטפּלעקט אַדאַנק אויסגראָבונגען, בלויז אַ צוגאָב צו די סך שטייענערנע געגנשטאַנדן. געווען ווידער אַזעלכע לענדער, ווי די סקאַנדינאַווישע למשל, וווּ די מעטאַלן האָבן איינגאַנצן ארויסגעשטופּט דעם געברויך פון שטיין און זענען געוואָרן דער יסוד פון דער טעכנישער פאָלקסקולטור.

פריער אָדער שפּעטער האָט דאָס אומעטום געמוזט געשען. אָבער דערצו איז נויטיק געווען, אַז דער מענטש זאָל זיך באַקענען מיט אַ נייעם מעטאַל — מיט אייזן. נישט די מעלות פון אייזן האָבן באַוויזן דעם מענטשן איינצופירן אין זיין לעבנס-שטייגער דעם נייעם מעטאַל. די ערשטע צייטן, ווען עס איז אויפגעקומען אייזן, האָט מען לאַנג נישט געוווּסט אָפּצושאַצן ווי עס געהער צו זיין די נוצן פון אייזן. נישט נאָר דער אורמענטש, אפילו דער מענטש פון אַלטערטום און פון מיטלאַלטער האָט למשל נישט פאַרשטאַנען צו גיסן אייזן און געקאָנט בלויז שמידן אים. מען האָט זיך געווענדט צו אייזן דערפאַר, וואָס בראָנז איז געוואָרן זעלטענער און טייערער, מחמת דער גרויסער נאָכפראַגע אויף מעטאַלן. וואָסער לאַנד און פאָלק האָט זיך צוערשט אויסגעלערנט געברויכן אייזן ווייסט מען אויף זיכער נישט. איינע מיינען, אַז דאָס האָבן די

שווארצע אפריקאנישע פעלקער די ערשטע איינגעפירט אייזן קיין מצרים, אנדערע האלטן, אז די אנטדעקער פון אייזן זענען געווען די פלשתים אדער גאר פעלקער, וועלכע האבן געלעבט ביים שווארצן ים. געשען איז דאס א סך שפעטער, ווי די ערשטע אויסנוצונג פון בראנז. אין אלטן מצרים שטאמען די עלטעסטע אייזערנע געגנשטאנדן פון א צייט ארום 1500 יאר פאר קריסטוסן. אין אנדערע לענדער איז אייזן אויסגעקומען נאך שפעטער, אין געוויסע קאנטן פון איירָאפּע — ערשט מיט א צוויי טויזנט יאר צוריק. ואגב זענען נאך איצט פאראן ווילדע שבטים, וועלכע קומען אויס אן מעטאלן.

די עלטעסטע געגנשטאנדן פון אייזן זענען שמוק-זאכן — רינגען, באפוצונג אויף בראנזענע כלים. דאס ערשטע אייזן איז געווען טייער, דערפאר האט מען אים הויך געשעצט און זיך געפוצט מיט אים. נאר גאר אין גיכן האט אייזן געפונען א פולע א גרעסערע פארשפרייטונג. געפעס צום שטוביקן געברויך פלעגט מען א לאנגע צייט אפילו נאכן איינפירן פון אייזן אויספארטיקן פון ליים אדער בראנז, פארקערט אויפן געביט פון וואפן און וועגצייג האט אייזן גלייך גענומען די אויבערהאנט. פאר ואיינס האט זיך פארפיינערט דער האנטווערק. מיט עטלעכע הונדערט יאר פאר קריסטוסן האט זיך אין איירָאפּע די מעטאל-טעכניק שוין געהאט אזוי ווייט אנטוויקלט, אז עס זענען אנטשטאנען „פאבריקן” פון מעטאלענע זאכן. א ראיה דערויף האט מען, אז אייזערנע געגנשטאנדן, וועלכע מען געפינט איצט באגראבן אין דער ערד פון יענער צייט, זענען באצייכנט מיט כאראקטעריסטישע סימנים — דאס זענען די „פאבריק מארקעס” פון יענע אמאליקע ווארשטאטן...

שטיין, ליים צו טעפעריי, קופער און צין מיט זייער געשמעלץ — בראנז, אייזן, — דאס זענען די אוצרות פון דער ערד, וועלכע דער מענטש האט גענומען צוערשט אויסנוצן. אין דער מעטאל-צייט האט זיך דער מענטש באקענט אויך מיטן געברויך פון גאלד און זילבער, נאר וועגן דעם לוינט נישט צו רעדן אפילו. ווארום די צוויי מעטאלן האבן נישט אריינגעבראכט קיין איבערראשונג אין מענטשלעכן לעבן און האבן נאר ווייניק באריייכערט די טעכניק. צוויי אנדערע אוצרות פון דער ערד מוז מען דא יא דערמאנען. פון זאמד האט זיך דער מענטש פרי אויסגעלערנט צו מאכן גלאז און דער עיקר — האט פרי זיך באקענט מיט דער ארבעט אין זאלץ-גרובן. אין עסטרייך, למשל, האט מען אין האלשטאט, אין דעם ראיאן פון די איצטיקע זאלץ-גרובן, געפונען אונטער דער ערד אין די טויזנטער רעשטן פון אן אמאליקן ישוב, פון פינף-זעקס הונדערט יאר פאר קריסטוסן, קברים מיט געביינער און טויזנטער געגנשטאנדן. די

געלערנטע האָבן דערוויזן אויפֿן סמך פון די רעשטן, אַז די דעמאָלדיקע איינוווינער פון דער געגנט האָבן געלעבט פון די זאַלץ-גרובן און זע-נען דערביי רייך געוואָרן.

אין דעם רייסטער אוצרות פון אמאָליקן מענטשן דאַרף מען בכן אַריינשטעלן אויך גאָלד און זילבער, זאַמד צו גלאָז, זאַלץ. אַזוי אַרום האָט דער אמאָליקער מענטש פֿאַרמאָגט א היפּש ביסל אוצרות פון דער ערד. די מעשה איז אָבער, אַז ער האָט זיך פאַרהעלטניסמעסיק ווינציק מיט זיי באַנוצט און נישט בערך מערער פאַרברויכט שטאָפן, וועלכע שטאַמען פון דער לעבעדיקער נאַטור. עס האָט זיך געפאָדערט א ווייטערדיקע אַנט-וויקלונג פון דער מענטשלעכער קולטור און א ווייטערדיקער איבערבוי פון דער פאָלקס-ווירטשאַפט, כדי די אַלטע אוצרות פון דער ערד און די ביי-צוגעקומענע זאָלן ווערן אויסגענוצט ווי געהעריק.

2

די אַנטוויקלונג פון דער מענטשלעכער קולטור אין אַלגעמיינעם אָדער פון א געוויסן צווייג אירן, קאָן מען באַהאַנדלען אויף צוויי-ערליי אופנים. מען קאָן אין יעדן היסטאָרישן מאָמענט נעמען די העכסטע מענטשלעכע דערגרייכונגען נישט פרעגנדיק, ווי טיף זיינען די דאָזיקע דערגרייכונגען אַריינגעדרונגען אין די מאַסן. דאָס איז איין וועג. און עס קאָן געמאָלט זיין א צווייטער וועג, — מען קאָן פאָרשן און פרעגן, ווען איז דער אָדער יענער אויפטו געוואָרן אַלגעמיין פאַרשפרייט און אָנגענו-מען. לויט דעם, ווי מען גייט צו צו דער זאַך, באַקומט מען גאָר פאַר-שידענע בילדער.

אָט האָבן מיר געזען, אַז דער אוראַלטער מענטש האָט זיך געהאַט אַרויפגעאַרבעט צו א היפשן באַזיץ פון ערד-אוצרות, ביז צו אייזן. די נאָענטערע צו אונז תקופה אין לעבן פון אורמענטש, די תקופה, וועלכע גרעניצט שוין מיט געשיכטלעכע צייטן, האָבן די געלערנטע אפילו באַצייכנט מיטן נאָמען „אייזן-צייט": דער מענטש איז געווען דעמאָלט אַזוי אַנטוויקלט, אַז ער האָט זיך אויסגעלערנט צו געברויכן אייזן, צו שמידן און שוויסן אים! נאָר לאָמיר איצט צוגיין צו דער פראַגע מיט א צווייטער מאָס. לאָמיר פרעגן, וואָס פאַר א ראָלע האָבן די מעטאַלן און בכלל די אוצרות פון דער ערד געשפּילט אין טאָג טעגלעכן לעבן פון דעמאָלדיקן מענטשן? זייער און זייער א קליינע ראָלע, וועט אונז ענטפערן די געשיכטע. בלויז די אויסגעוויילטע האָבן גענאָסן פון די מעטאַלן און אַנדערע אוצרות, די איבעריקע פלעגן אויסקומען אָן דעם

אָדער באַנוצן זיך דערמיט אין גאָר זעלטענע פאַלן. לאָמיר, למשל, נעמען גלאָז. דאָס איז געווען טויזנטער יאָרן א אַנטיק זאַך, ווי ביי אונז טייערע מעטאַלן, און וואָס אָנבעלאַנגט גלאָז צו שויבן, האָבן זיך נאָך אין מיטלאַלטער געקאָנט עס פאַרגינען קלויסטערס און פּאַלאַצן, אָבער נישט איינפאַכע וווינהייזער. אָדער אייזן. ס'איז העכער דריי טויזנט יאָר, ווי מענטשן שמידן אייזן, ס'איז אַן ערך 500 יאָר, ווי מ'האָט זיך אויסגע-לערנט גיסן אייזן. נאָר ווי קליין איז געווען דער פאַרברויך פון אייזן ביז אין די נייסטע צייטן! מען האָט אויסגעחשבונט, אַז אפילו אין יאָר 1500 פלעגט מען אויף דער גאַנצער ערד פאַרברויכן יערלעך נישט מע-רער, ווי א 50 טויזנט טאָן אייזן. אין יאָר 1700 — א הונדערט טויזנט טאָן און אין יאָר 1800 איז דער פאַברויך פון אייזן געווען נאָך אַלץ קלע-נער ווי 1 מיליאָן טאָן. אויף דער שוועל פון 20-טן יאָרהונדערט האָט די וועלט פאַרברויכט העכער 40 מיליאָן טאָן אייזן, און דעם לעצטן יאָר פאַרן וועלט-קריג איז דער פאַרברויך געשטיגן באַלד ביז דאָפּלט אַזוי פיל. עס איז ממש שווער זיך פאָרצושטעלן, וואָס פאַר אַן אַנטוויק-לונג די מענטשהייט האָט דאָ דורכגעמאַכט. גענוג צו זאָגן, אַז אין פאַר-לויף פון די ערשטע 15 יאָר פון אונזער יאָרהונדערט האָט מען פון דער ערד אַרויסבאַקומען בערך אַזוי פיל אייזן-אַרצן, ווי פאַר דער גאַנצער צייט פון דער מענטשלעכער געשיכטע ביז צום יאָר 1900. אויב אַזוי, פּאַסט דער נאָמען „אייזן-צייט" נישט פאַר יענע uralte צייטן, נאָר דווקא פאַרן נייַנצטן און נאָך מערער פאַרן צוואַנציקסטן יאָרהונדערט. די ווירקלעכע „אייזן-צייט" האָט געקאָנט קומען ערשט דעמאָלט, ווען עס איז אַנטשטאַנען די מאַשינען-אינדוסטרי און ווען עס איז אויסגע-וואַקסן אין קנאַפּע הונדערט יאָר א נעץ פון איבער א מיליאָן קילאָמעטער אייזנבאַנען.

טעכניש האָט די אייזן-און-אינדוסטרי געקאָנט אויסוואַקסן אויף אַזוי פיל א דאַנק דעם, וואָס מענטשן האָבן אַרויסגעפונען אין דער ערד אַן אוצר, וואָס איז נישט געווען באַקאַנט נישט דעם אורמענטש און נישט דעם מענטשן פון דער אַלטער צייט. מיר מיינען שטיין-קוילן. — די פאַרקוילטע און פאַרבאַהאַלטענע אין דער ערד רעשטן פון אַמאָליקע וועלדער און געוויקסן. לויט דעם קוואַנטום נאָך פאַרנעמט איצט שטיין-קוילן דער אויבן אָן פון די נוציקע אוצרות פון דער ערד. יאָר-איין יאָר-אויס ווערט איצט אויסגעגראָבן פון דער ערד איבער א מיליאַרד טאָן שטיין-קוילן. מער ווייניקער א פערטל-חלק דערפון גייט אַוועק אויף צו שמעלצן אייזן פון זיינע אַרצן און אויף צו באַאַרבעטן דעם רוי-אייזן, אויף צו פאַרוואַנדלען אים און אין פאַרשידענע מינים אייזן און שטאָל. ווען נישט די דאָזיקע מאַסן שטיינקוילן, וואָלטן מיר קיינמאָל

נישט געקאָנט שטילן דעם הונגער אויף אייזן. נאָך אין אייזן באַציאונג איז שטיינקוילן אויסגעבונדן מיט אייזן. ווען נישט שטיינקוילן ווי אַ הייץ-מאַטעריאַל, וואָלטן נישט געקאָנט אַזוי אויסוואַקסן די אייזנבאַנען, מען וואָלט נישט געקאָנט בויען אַזוי פיל חאַמף-שיפן און די פאַבריקן וואָלטן נישט געהאַט, מיט וואָס צו שפּייזן זייערע דאַמף-מאַשינען; דאָס הייסט, עס וואָלט בכלל נישט געקאָנט אַנטשטיין אַזויפיל און אַזעלכע גרויסע פאַבריקן, ווי מיר האָבן איצטער אין די אינדוסטריעלע לענדער.

היינט דאָס אַלץ איז נאָר אַ קליינער טייל פון דעם נוצן, וואָס מיר האָבן פון דעם שטיין-קוילן. אַט דער שוואַרצער אוצר פון דער ערד ווערט „דיסטילירט" אין פאַרמאַכטע געפעסן, און דעמאָלט גיט ער אַרויס פון זיך לייכט-גאַז און אַ סמאָלע, וועלכע דינט, ווי אַ רוישטאָף אין די שענסטע און גרעסטע צווייגן פון דער כעמישער אינדוסטריע. פאַרב-שטאָפן פאַר אַלערליי טעקסטיל-זאַכן, אויפּרייס-מאַטעריאַלן, קינסטלעכע באַמיסטיקונג, פאַרשיידענע מעדיצינישע זאַכן פון איינפאַכן קאַרבאָל ביז די סאַמע מאָדערנע הייל-מיטלען, פאַרפומעריע — דאָס אַלץ ווערט געאַרבעט פון דער שטיין-קוילן סמאָלע און אַ צוגאָב נאָך פיל אַנדערע זאַכן, ווי, למשל, דער צוקער-ערזאַץ סאַכאַרין אָדער נאַפטאַלין אויף צו „פעפערן" פעלצן אום זומער אָדער די גיפטיקע פליסיקייט, וואָס פאַרוואַנדלט ספּיריטוס אין פאַר'סמטן דענאַטוראַט און אַזוי ווייטער.

נאָך נייער איז אַן אַנדער מאָדערנער אוצר פון דער ערד. — נאַפט. מיר זענען איצטער נישט בלויז אין די גרעסערע שטעט, נאָר אויך אין די קלענערע אַזוי געוויינט צו עלעקטרישע באַלייכטונג, אַז נאַפט, קעראָסין שמעקט פאַר אונז מיט שימל, דוכט זיך אונז צו זיין אַלט-פרענקיש. אין דער ווירקלעכקייט איז דאָס איינער פון די נייסטע אוצרות, וועלכע דער מענטש האָט אַרויסבאַקומען פון דער ערד. געשען איז עס נישט פריער ווי אין די 1850-קער יאָרן. די פוילישע טעכניקער גרויסן זיך, אַז זיי זענען די ערשטע געפאַלן אויפן שכל צו באַאַרבעטן די „ראָפּע", דעם רויען נאַפט, וואָס פליסט פון דער ערד, און צו מאַכן פון איר נאַפט צו לאָמפּן. לויט די פוילישע קוועלן, איז דער לעמבערגער שפּיטאָל שוין אין יאָר 1852 באַלויכטן געוואָרן מיט נאַפט. עטוואָס שפּעטער האָבן דאָס זעלביקע אַנטדעקט די אַמעריקאַנער, און גאָר אין גיכן איז אַנטשטאַנען אַ גראַנדיעזע נאַפט-אינדוסטרי. ווי עס איז צו זען פון אונזער טאַבעלע פון דער וועלט-פּראָדוקציע פון די וויכטיקסטע מינעראַלן, איז נאַפט געוואָרן דער ריכטיקער יחסן. שטיינקוילן און אייזן האָט מען אין יאָר 1924 אַרויסבאַקומען פון דער ערד אפילו ווייניקער נאָך ווי אין יאָר

1913, און מיט נאפט איז געווען פארקערט. אין די לעצטע 20 יאר איז דער פארברויך פון נאפט פארדרייפאכט געווארן און עס איז אנטשטאנען א דוחק אין נאפט. אויב עס וואלט זיך געהאנדלט וועגן נאפט אין פשוטן זין, וועגן נאפט פארן הויז-געברויך, וואלט קיין מאל צו אזא דוחק נישט געקומען. מיר ריידן אבער נישט וועגן נאפט פאר לאמפן, נאר וועגן רויע נאפט, ווי זי גייט ארויס פון די גרובן און וואס איז א רוי שטאף פאר א ריי וויכטיקע פראדוקטן. רויע נאפט פון די גרובן איז א נאטירלעכער געמיש פון פארשידענארטיקע כעמישע שטאפן, און א כך פון זיי זיינען אויסערסט נוציק. די דאזיקע שטאפן, הגם זיי זיינען פארשיידן, געהערן אלע צו איין כעמישער משפחה קוילן-וואסערשטאפן. דער נאמען ווייזט שוין וועגן וואס דא האנדלט זיך. אלע די דאזיקע שטאפן זענען אויפגעבויט פון טיילכעלעך פון אטאמען קוילן-שטאף און וואסערשטאף, און דער אונטערשיד צווישן זיי באשטייט אזוי צו זאגן אין דעם סכום אטאמען, וועלכע קומט אריין אין א טיילכעלע פון דעם שטאף. פאראן קוילן-וואסערשטאפן, וואס יעדער זייער טיילכעלע האלט נישט מער ווי א פאר אטאמען קוילן-שטאף און וואסער-שטאף און פאראן ווידער קוילן-וואסערשטאפן מיט גרויסע טיילכעלעך, וואס ענטהאלטן א סך אטאמען. די ערשטע קוילן-וואסערשטאפן זיינען לייכטע און פארברענען לייכט. די שטאפן פון דעם צווייטן סארט זיינען שווערע און צינדן זיך אן נישט אזוי לייכט. צו די ערשטע געהערט למשל בענזין, צו די צווייטע — געוויסע שווערע ברען-אייל. נאפט צו באלייכטונג (קעראסין) שטייט אין דער מיט צווישן די ביידע סארטן. באלייכטונגס-נאפט איז שווערער פאר בענזין און לייכטער פאר די ברען-אייל, ער רייסט נישט אויף ווי בענזין, אבער ברענט לייכט און גוט אין אונזערע לאמפן. אט די אלע דערמאנטע קוילן-וואסערשטאפן ווי אויך אנדערע, געפונען זיך אין דעם רויען נאפט, און דער רויער נאפט האט די מעלה, וואס ס'איז נישט שווער אים פאנאנדערצוטיילן אויף די באשטאנדטיילן. דער שכל דערפון איז א איינפאכער: עס ליגט אין דער נאטור פון די קוילן-וואסערשטאפן, אז וואס לייכטער זיי זענען, אלץ ווייניקער דארף מען זיי אנווארימען, ביז זיי הויבן אן צו זידן און זיך צו פארוואנדלען אין א דאמף. בכן טוט מען אזוי: מען קאכט דעם רויעם-נאפט און מען קילט אפ די דאמפן זיינע: צוערשט ווערן אויסגעקילט און אויסגעדראמפט דער לייכטער בענזין, דערנאך טיילט זיך אויס באלייכטונגס-נאפט, צולעצט קומען שווערע ברען-אייל און עס בלייבט נאך א מאסע, וועלכע אנטהאלט פאראפין, וואזעלין און אנדערע. דאס רופט זיך אן דיסטילאציע פון נאפט. היות אבער ווי דער רויער נאפט אנטהאלט

פארשידענע צוגעמישטע שטאָפן, מוזן די פּראָדוקטן פון דער דיסטילאַציע נאָך גערייניקט ווערן, איידער זיי קומען אריין אין האנדל. דערויף זיינען פאראן די נאפט-ראפינעריעס (ראפינירן הייסט רייניקן).

ווען מען האָט געעפנט די ערשטע נאפט-גרובן און לאנגע יאָרן דערויף איז חי לאנגע אויפן נאפט-מארק געווען א איינפאכע: נאפט איז געגאנגען אויסשליסלעך אויף באלייכטונג און וואָס מער עס איז געוואקסן די נאָכפראגע אויף באלייכטונגס-אייל, אלץ מער האָט מען געעפנט, גרובן. קיין דוחק אין נאפט איז נישט געווען און ווען עס איז אויפגעקומען עלעקטריע, איז באלייכטונגס-נאפט געוואָרן גאָר אויס יחסן. די טעכניק האָט אָבער גראָד צו יענער צייט אָנגעוויזן א נייע פארווענדונג פאר נאפט. ערשטנס זיינען אויפגעקומען די אויטאָמאָביל-מאָטאָרן, וועלכע ארבעטן אויף בענזין, צווייטנס זיינען אנטשטאנען די מאָטאָרן, וועלכע ארבעטן אויף שווערע איילן און דריטנס האָט זיך ארויסגעוויזן פאר צוועקמעסיק צו באהייצן דאמף-קעסלען מיט אייל, אָנשטאָט שטיינקוילן. ווי גרויס עס איז איצט די נאָכפראגע אויף די אלע נייע פּראָדוקטן, קאָן מען זען פון פאָלגנדיקער סטאטיסטיק: מיט דער בעסטער מאשינעריע קאָן מען איצט איבערארבעטן אין בענזין נישט מער ווי א טייל פון דעם רויען נאפט, ד. ה. יערלעך קאָנען אלע נאפט-פאבריקן ליפערן ארום 45 מיליאָן טאָן בענזין. אַן אויטאָמאָביל פארברויכט יערלעך 2 — $2^1/_2$ טאָן בענזין (לויט די אמעריקאנישע דאטן). און אזוי ווי עס זיינען פאראן אויף דער וועלט קרוב 30 מיליאָן אויטאָמאָבילן, איז קלאָר, אז דער גאנצער בענזין ווערט פארברויכט און דער ווייטערדיקער וווקס פון אויטאָמאָביליזם וועט שאפן א דוחק אין בענזין. וואָס אָנבעלאנגט די שווערע ברען-איילן, ווערן זיי אלץ מער איינגעפירט דערהויפט אויף די אָקעאן-שיפן.

פאר דעם קריג האָבן אלע האנדלס-שיפן פון דער וועלט, וועלכע האָבן פארברויכט נאפט, געהאלטן צוזאמען 1,3 מיליאָן טאָן. אין יאָר 1922 האָט די ציפער דערגרייכט צו 14,5 מיליאָן טאָן, אין יאָר 1926 צו 18 מיליאָן טאָן. דער גוואלדיקער וווקס דערקלערט זיך דורך די קאָלאָסאלע מעלות פון דעם פליסיקן ברען-מאטעריאל פאר די שיפן. דער ברען-אייל פארנעמט ווייניקער אָרט ווי שטיינקוילן, און בכן איז א שיף אומשטאנד אָדער זיך צו באזאָרגן מיט ברענמאטעריאל אויף א לענגערע רייזע אָדער צו באפרייען א טייל פלאץ פאר געצאָלט לאָדונג. דער פליסיקער ברענשטאָף לאָזט זיך גיכער אנלאדן, און די שיפן פארקירצן די צייט, וואָס זיי שטייען אין די פּאָרטן. פליסיקער ברענשטאָף גיט נאָך אנדערע עקאָנאָמיעס, ער קאָסט אָבער טייערער פאר שטיינקוילן. אין קריגס-פלאָט שפּילט די פראגע פון עקאָנאָמיע א קליינע ראָלע, און מיר

זעען, אז אויף די קריגס-שיפן איז שטיין-קוילן נאָך אין א גרעסערער מאָס ארזים פון דער מאָדע. עס פאָדערט זיך אלץ מער נאפט-פּראָדוקטן און דאָ קומען די געלערנטע און זאָגן, אז די נאפט-גרובן וועלן לאנג נישט אויסהאלטן אפילו די איצטיקע פּראָדוקציע. אין א יאָר 50 ארום וועט ואלץ פון די גרובן זיין אויסגעשעפּט. און עפּעס צו געפינען נייע נאפט-פעלדער איז דאָ גאָר שוואכע אויסזיכטן. מען האָט שוין געניי ארומגעזוכט איבער דער גאנצער ערד יאון וואָס מען האָט געקאָנט, האָט מען שוין אנטדעקט. ווי זשע העלפט מען זיך פון דער צרה? א סך מיטלען זענען פאָרגעלייגט געוואָרן און טיילוויז שוין אויסגעפּרווט. די פאבריקאציע פון די נאפט-פּראָדוקטן ווערט איבערגעבויט, כדי זי זאָל ליפערן מער פון דעם שטארק פארלאנגטן בענזין און ווייניקער אנדערע פּראָדוקטן. מען נעמט זיך צו די נאפט-גרובן און מען פּרובירט נייע אופנים ביים ארויסבאקומען דעם נאפט, וועלכע דארפן געבן בעסערע רעזולטאטן, ווי די איצטיקע. פון דער אנדערער זייט שטרעבט מען צו פארפולקומען די מאָטאָרן כדי זיי

זאָלן אויפטאָן די זעלבע ארבעט מיט א קלענערער הוצאה פון בענזין, דאָס אלץ ווערט געטאָן אין די לענדער, וועלכע באזיצן נאפט-גרובן. אין די גרויסע אייראָפּעאישע לענדער, וועלכע פארמאָגן נישט קיין אייגענעם נאפט, ווערט די פראגע אנדערש געשטעלט. דאָ באהאנדלט מען די מעגלעכקייט צו פאבריצירן ברען-אייל פון די סאָרטן שיפער-שטיינער, וועלכע זענען פון דער נאטור אנגעזעטיקט מיט אייל. די לאגערן פון אזוינע שיפער-שטיינער גרייכן אין די הונדערטער טויזנטער און אפילו מיליאָנען טאָן. אין עסטלאנד למשל בילדן די ברעניקע שיפער-שטיינער דעם וויכטיקסטן ערד-אוצר פון דער מלוכה. א סך וויכטיקער איז א

אויסוועג — די פאבריקאציע פון קינסטלעכן בענזין. מען וויל קינסטלעך שאפן בענזין, דהינו — מען שטרעבט איבערצוארבעטן שטיינקוילן אויף פליסיקע ברען-מאטעריאלן. אין דעם שפּעטערדיקן קאפּיטל וועגן די נייע מאָטאָרן וועלן מיר האָבן געלעגנהייט צו באהאנדלען די פארפליסיקונג פון שטיין-קוילן.

וועלט־פראדוקציע פון די וויכטיקסטע טעכנישע רוישטאָפן

(אין מיליאָנען טאָן).

יאָר	שטיינקוילן	אייזן	שטאָל	נאַפט
860	142	7	—	0,07
1870	213	13	—	0,8
1880	340	18	5	4
1890	474	28	12	10
1900	700	41	30	20
1910	1,059	66	61	44
1913	1,215	78	75	54
1918	1,200	67	78	70
1920	1,175	59	68	99
1822	1,030	51	68	118
1924	1,169	66	75	14

3

אייזן און שטיינקוילן זענען ביז היינט צו טאָג די גרונטזיילן פֿון דער מאָדערנער פּראָדוקציע. ווען אָט דיביידע מינים זאָלן אויספֿעלן אין א לאַנד מיט א אַנטוויקלטע אינדוסטריע, וועט זיך דאָרט אָפּשטעלן דאָס גאַנצע לעבן. דערווייל האַלט נאָך נישט אין די לענדער, וועלכע באַזיצן גרעסערע לאַגערס פֿון אייזן און שטיינקוילן, אַז די דאָזיקע לאַגערן זאָלן פֿון היינט אויף מאָרגן ווערן אויסגעשעפּט. די טעכניקער פֿאַרטראַכטן זיך פֿונדעסטוועגן, וואָס קען געשען מיט צענדליקער יאָרן שפּעטער, און דאָ איז שוין פֿאַראַן וואָס מורא צו האָבן.

אין דייטשלאַנד, למשל, האָט מען פֿאַר דעם קריג געפּרוווט באַרעכענען, אויף ווי לאַנג וועלן קלעקן די היימישע אייזן-אַרצן און דער חשבון איז אויסגעקומען א קלאָגעדיקער. מען האָט באַרעכנט, אַז אין א האַלבן יאָרהונדערט אַרום קען דייטשלאַנד בלייבן אינגאַנצן אָן אייזן. חשבונות פֿון דעם סאָרט קענען נישט זיין גענוי, מען רעכנט דערביי שטענדיק מיט אומבאַקאַנטע גרויסן, דער ענטפֿער קען נישט זיין פּינקטלעך, אָבער מער ווייניקער דאַרף ער שטימען מיט דערווירקלעכקייט. ענלעכע חשבונות זיינען געמאַכט געוואָרן אויך פֿאַר אַנדערע לענדער און עס האָבן זיך פֿאַראינטערעסירט דערמיט פּאָליטיקער מערער ווי טעכניקער. פּאָליטיקער זוכן כלומרשט, ווי זיך צו העלפֿן אַקעגן דער דראָענדיקער סכנה. מען פּרוּווט אָפּצונעמען ביים שכן א שטיק טעריטאָריע, וווּ עס זיינען פֿאַרבאַהאַלטן אין דער ערד נוציקע שטאָפֿן. אין דעם ווערסאַלער טראַקטאַט זעט מען עס בולט אין א סך פֿון זיינע פּאַקטן. די טעכניק ווערט מיט אַזוינע זאַכן נישט געהאָלפֿן. זי זוכט אַנדערע מיטלען און וועגן, ווי אַזוי אַרויסצוגיין פֿון דער קלעם. זי זוכט אַרויסצובאַקומען פֿון דער נאַטור אַן ערזאַץ פֿאַר די פֿעלנדיקע שטאָפֿן. און זי וויל, אַז דער ערזאַץ-שטאָף זאָל זיין נישט ערגער און אויב עס איז מעגלעך — אַפֿילו בעסער פֿאַר דעם שטאָף, וועלכן זי גייט פֿאַרבייטן.

בנוגע די מעטאַלן האָט די געאָלאָגיע געוויזן דעם טעכניקער די ריכטונג, אין וועלכער ער דאַרף זוכן דעם אויסוועג. די געאָלאָגן האָבן אויסגעפֿונען און באַרעכנט, אַז אונזער ערד-קאָרע ענטהאַלט מער ווי אַלץ נישט אייזן, נאָר אַנדערע שטאָפֿן. אין דער לופֿט, דעם וואַסער און אויך אין דעם געשטיין-צודעק פֿון דער ערד איז מער פֿאַר אַלץ פֿאַראַן זויערשטאָף און קוילנשטאָף, וועלכער גייט אַריין ווי א באַשטאַנד-טייל אין די זאַמדן און

די מייסטע געשטיינען, דערנאָך גייט אַליומיניום און ערשט אויפֿן פערטן אָרט קומט אייזן, דערבײַ האַלט דער ערד-צודעק כמעט דאָפּלט אַזוי פֿיל אַליומיניום ווי אייזן. אַן אַנדער לעזער וועט זיך וווּנדערן, ווי קען דאָס געמאָלט זיין, אייזן איז אומעטום פֿאַרשפּרייט, אַקעגן דעם איז אַליומיניום אַ זעלטענע זאַך. אויף יעדן שריט און טריט האָבן מיר צו טאָן מיט מכשירים און זאַכן פֿון אייזן, בשעת געגנשטאַנדן פֿון אַליומיניום טרעפֿן זיך ווי אַן אויסנאַם.

ריינער אַליומיניום איז טאַקע ווייניק פֿאַרשפּרייט אין געברויך און מען קען טאַקע נישט זאָגן, ער זאָל שפּילן אַ וויכטיקערע ראָל אין אַ וואַסער נישט איז פֿאַבריקאַציע. דער ריינער אַליומיניום, אַ ווייסער מעטאַל מיט אַ זילבערנעם גלאַנץ, זעט אויס שענער פֿאַר אייזן, נאָר ער פֿאַרמאָגט נישט די פֿעסטקייט און האַרטקייט פֿון אייזן, ער לאָזט זיך שווער באַאַרבעטן און דעריבער איז ער הינטערשטעליק אין פֿאַרגלייך מיט אייזן. אויך קען ער זיך נישט גלייכן מיט זילבער און די פֿיינע מעטאַלן, — ער באַזיצט נישט זייער איינגנשאַפֿט זיך אַנטקעגנצושטעלן דער ווירקונג פֿון זויערסן און לויגן. פֿאַרט זענען פֿאַראַן מיינונגען, אַז אַליומיניום איז דער צוקונפֿט-מעטאַל.

דעם אַליומיניום געהערט די צוקונפֿט דערפֿאַר, וואָס ער איז געוואַלדיק פֿאַרשפּרייט און געפֿינט זיך אומעטום. אומעטום איז פֿאַראַן ליים, און דער כעמיקער וועט אייך זאָגן און דערווייזן, אַז יעטווועדער ליים איז אַ מין פֿאַרזשאַווערטער אַליומיניום, אַנדערש געזאָגט — אַ כעמישע פֿאַרבינדונג פֿון אַליומיניום מיט זויערשטאָף. מיט קנאַפּע הונדערט יאָר צוריק האָט דער געלערנטער וועלער דער ערשטער אַרויסבאַקומען דעם מעטאַלענעם אַליומיניום פֿון ליים. דאָס איז געווען אַ אינטערעסאַנטע וויסנשאַפֿטלעכע אַנטדעקונג, פּראַקטיש האָט זי נאָך נישט געהאַט קיין ווערט. די ערשטע אופֿנים פֿון באַאַרבעטן ליים אויף אַליומיניום זיינען געווען אַזוי קאָמפּליצירט, אַז איין קילאָ אַליומיניום האָט געקאָסט (אויף איצטיקע געלט) עטלעכע צענדליק דאָלאַר. ערשט מיט אַ יאָר 40—50 צוריק האָט מען זיך אויסגעלערנט צו פֿאַבריצירן אַליומיניום אויף אַ עלעקטרישן וועג, און דערויף איז דער דאָזיקער מעטאַל געוואָרן ביליק. לויט דעם נייעם אופֿן באַקומט מען אַליומיניום נישט פֿון פּשוטן ליים, נאָר פֿון באַזונדערע סאָרטן ליים-געשטיינען, וועלכע רופֿן זיך באָקסיט און קריאָליט. גרויסע לאַגערן פֿון באָקסיט האָט מען געפֿונען צוערשט אין פֿראַנקרייך, דערנאָך אין אירלאַנד, אַמעריקע, קלענערע לאַגערן אויך אין אַנדערע לענדער. דער קריאָליט ווערט אויסגעגראָבן צומייסט אין גרענלאַנד. אַ געמיש פֿון די ביידע געשטיינען ווערט געשמאָלצן אין אַ עלעקטרישן אויוון און עס

באקומט זיך מעטאַלענער אַליומיניום. אַליומיניום (אויף רוסיש גלינאָזיעם, די פּאָליאַקן רופן אים „גלין" פון „גלינאַ" — ליים) האָט איינע אַ איינגן־שאַפט, וואָס איז באַקאַנט יעדערן, וועלכער האָט געהאַלטן אַמאָל אין האַנט אַ געגנשטאַנד פון אַליומיניום. אַליומיניום איז זייער אַ לייכטער מעטאַל, און דריי מאָל לייכטער פאַר קופּער אָדער ניקל און איז קנאַפּע דריי מאָל לייכטער פאַר אייזן, די דאָזיקע לייכטקייט זיינע האָט אים פאַרשאַפט אַ אָפּ־זאַץ־מאַרק פאַר אויסאַרבעטונגען, ווי די לייכטקייט פון געגנשטאַנד ווערט ספּעציעל געשעצט. צו דער גרויס־אינדוסטרי האָט ער אָבער נישט געקענט האָבן קיין צוטריט צוליב זיין ווייכקייט, און ערשט נישט לאַנג איז אין דער באַציאונג פאָרגעקומען אַ ענדערונג. די לעצטע צייט פאַרנעמט מען זיך בכלל זייער אַ סך מיט שטודירן געשמעלצן פון פאַרשידענע מעטאַלן. די פּראַקטיק האָט געוויזן, אַז ווען מען שמעלצט צונויף מעטאַלן צווישן זיך אָדער מיט קוילנשטאָף און ענלעכע שטאָפן, באַקומט מען גאָר אומ־געריכטע רעזולטאַטן. דאָס געשמעלץ באַזיצט אייגנשאַפטן, וועלכע עס האָבן נישט פאַרמאָגט זיינע באַשטאַנד־טיילן: אַזוי למשל איז מיט אייזן און שטאָל.

די בעסטע און טייערסטע סאָרטן שטאָל ווערן געמאַכט נישט פון ריינעם אייזן, נאָר דאָס זענען געשמעלצן פון אייזן מיט קוילנשטאָף, ני־קעל, מאַנגאַן, כראָם, וואָלפראַם און דעסגל, די אייגנשאַפטן פון דעם געשמעלץ בייטן זיך לויט דער פּראָצענט־פאַרהעלטניש פון די צונויפ־געשמאָלצענע מאַטעריאַלן און מען קען איצט צונויפשטעלן געשמעלצן מיט די באַליביקסטע אייגנשאַפטן. אפשר בולטער פון אַלץ זעט מען עס אויפן ביישפּיל מיט אַליומיניום. זיין גרעסטער חסרון באַשטייט דערין וואָס ער איז ווייכער מעטאַל. עס איז נישט שווער צו פאַרשטיין, אַז ווען מען זאָל קענען שאַפן אַ געשמעלץ, וואָס זאָל באַזיצן די לייכטקייט פון אַליומיניום און זאָל זיין אַ סך האַרטער פון אים, וואָלט עס געווען אַ גרויסער אויפטו. אַזאַ זאַך האָט זיך אַרויסגעוויזן באַר פּאָלקאָם מעגלעך. מען שמעלצט צונויף אַליומיניום מיט עטלעכע פּראָצענט קופּער, מען גיט צו אַ קליינעם סכום מאַגנעזיע אָדער מאַנגאַן און מען האַרטעוועט דערנאָך דעם דאָזיקן אַליומיניום. עס באַקומט זיך אַ מעטאַל, וועלכער קען לויט זיין פעסטקייט קאָנקורירן מיט שטאָל. אַזאַ געשמעלץ הייסט דוראַליומין (פון לאַטייניש שורש „דור" — האַרט) אָדער פּאַנצער־אַליומיניום. דוראַלומין ווערט איצט מאַסנווייז געברויכט אין דער לופט־פליערײַ. די גרויסע צעפּעלינען, ווי אויך די מאָדערנע עראָפּלאַנען ווערן געבויט פון דוראַליומין. אויך נוצט מען אַזוינע אַליומין־געשמעלצן אין דער פאַבריקאַציע פון מאָטאָרן, אויטאָמאָבילן און דעסגלייכן. אַזוי אַרום

איז איבערגעוואָרפן געוואָרן א בריק צווישן די לייכטע און שווערע מע־טאַלן. די פּראַקטיק פון אַליומיניום האָט געוויזן, אַז דערדאָזיקער לייכטער מעטאַל איז אומשטאַנד צו פאַרבייטן שווערע מעטאַלן ווי אייזן. ביי היינט צו טאָג קאָנקורירט ער מיט אייזן אויסשליסלעך אויף יענע געביטן, וווּ מען קען ציען א נוצן פון זיין לייכטקייט. אויף אַנדערע געביטן איז ער געבליבן א זעלטענער גאַסט, וואָרום ער קאָסט דערווייל פאַרט טייערער פאַר אייזן. עס זענען אָבער פאַראַן אַנזאָגן, אַז די איצטיקע טייערקייט פון אַליומיניום איז נישט קיין נויטווענדיקע זאַך. טעכניקער האָבן געפונען מעגלעכקייטן צו באַקומען אַליומיניום אויך פון אַנדערע געשטיינען א חוץ די פריער אָנגערופענע מינים.

דאָס אַלץ גיט א גרונט צו זאָגן, אַז צו יענער צייט, ווען עס וועלן זיך טאַקע אויסנעמען די לאַגערן אייזן, וועט די טעכניק זיין אימשטאַנד אָדער צו פאַרבייטן אים מיט ביליקן אַליומיניום, אָדער אויף אן אַנדערן, נאָך איצט אומבאַקאַנטן אופן שטילן דעם הונגער אין מעטאַל.

יאָ, אפשר אויף א אומבאַקאַנטן אופן, וואָרום פאַרבאָרגן זיינען די וועגן פון דער טעכניק און ווער ווייסט, וואָס פאַר א מעגלעכקייטן עס עפענען נאָך עפּענען די וויסנשאַפט. בענדער גאַנצע וואָלט מען געקאָנט אָנ־שרייבן אויף די טעמע, ווי אַזוי ריין וויסנשאַפטלעכע פאָרשונגען האָבן געבראַכט צו נוציקע טעכנישע רעזולטאַטן. מיר וועלן זיך באַנוגענען מיט איין ביישפּיל און וועלן דערציילן א געשיכטע, ווי אַזוי אַסטראָנאָמישע פאָרשונגען האָבן געבראַכט צו אַנטפּלעקן נייע אוצרות אין דער ערד, מיר מיינען די געשיכטע פון דעם שטאָף העליום.

אין יאָר 1868 האָבן באַוווּסטע אַסטראָנאָמען געפאָרשט א פאַרפינס־טערונג פון דער זון, און מיט דער הילף פון ספּעקטראַלן אַנאַליז (זע קאַ־פּיטל 2) האָבן זיי אַנטדעקט אויף דער זון א נייעם שטאָף. זיי האָבן אים א נאָמען געגעבן העליום נאָך דער זון און דעם גריכישן זונען גאָט העליאָס.

די ספּעקטראַלע פאָרשונג איז נאָך דעמאָלט געווען א נייעם און עס האָט קיינעם נישט פאַרחדושט, וואָס אויף דער זון האָט זיך געפונען א שטאָף, וועלכער איז נישט בנמצא אויף דער ערד. שפּעטערדיקע פאָר־שונגען האָבן אַזוי פאַרברייטערט אונזערע קענטשאַפטן וועגן די הימלי־שע קערפּערס, אַז עס האָט זיך איינגעפונדעוועט א נייע מיינונג, אַז אַלע זונען און שטערן זיינען געבויט פון די זעלביקע שטאָפן. אויב אַזוי האָט העליום זיך געמוזט געפונען אויך אויף דער ערד.

דער באַרימטער פיזיקער ראַמזיי האָט געהאַט דאָס גליק דער ערש־טער צו אַנטדעקן העליום אויף דער ערד. ער האָט געפונען דעם־דאָזיקן

נאז אין א זעלטענעם געשטיין. שפעטער האט זיך אים איינגעגעבן צו גע־ פינען דעם זעלביקן שטאף אין דער לופט. די אנטדעקונג איז געקומען אזוי שפעט, מחמת העליום ענטהאלט זיך אין דער לופט אין א אויסערגעוויינ־ לעך קליינער פראפארציע, עפעס עטלעכע הונדערט־טויזענטלעך פון איין פראצענט. פונדעסטוועגן האט מען דעם גאז אפגעזונדערט און זיך געניטער מיט אים באקענט. ער האט ארויסגעוויזן זעלטענע אייגנשאפטן. דאס איז איינער פון די לייכטעסטע גאזן, בלויז וואסערשטאף איז לייכטער פאר אים. דער עיקר — ער געהערט צו די סאמע אריסטאקראטן אין דער כע־ מיע. ער באהעפט זיך נישט מיט קיין שום שטאף, ער טרעט מיט קיין שום שטאף נישט אריין אין קיין שום פארבינדונגען, דאס הייסט אויך, אז ער ברענט נישט. פון אזא שטאף קען מען האבן זייער א גרויסן נוצן אין דער לופט־קאמוניקאציע. מען קען זיך נישט פארשטעלן קיין בעסערן שטאף ווי העליום אויף אנצופילן לופט־באלאנען. אלע גרויסע לופט־שיפן באַ־ וועגן זיך און האלטן זיך אין דער לופט א דאנק דעם, וואס זיי באשטייען פון באלאנען אנגעפילטע מיט וואסער־שטאף. דאס איז דער איינציקער גאז, וואס לאזט זיך גרינג פראדוצירן און איז לייכטער פאר לופט. ער האט אבער א גוואלדיקן חסרון. וואסערשטאף ברענט און קאן אויפרייַ־ סן פון א פונק. נישט איין לופט־שיף איז אומגעקומען איבער דעם. עס פארשטייט זיך, אז מען באווארנט זיך ווי ווייט מעגלעך אקעגן אזעלכע אומגליקן. מען בויט אזוי די באלאנען, אז זיי זאלן זיין באשיצט פון פייַ־ ער, די מאשינעס, וואס באוועגן די לופט־שיפן, שטעלט מען אין בא־ זונדערע „גאנדאלעס" וואס ווייטער פון די גאז־באלאנען. נאר ערשטנס קומט ארויס איבער דעם האס לופט־שיף זייער האמעטנע און באוועגט זיך לאנגזאמער ווי אן דער גאנדאלע. צווייטנס זענען די לופט־שיפן נישט באשיצט אקעגן א שונא בשעת קריג, ווי נאר א קויל האט געטראפן אין שיף, איז שוין א שרפה און א קאטאסטראפע. ווי גוט וואלט עס גע־ ווען, ווען מען וואלט געקענט די לופט־באלאנען אנפילן מיט העליום! קיין שום געפאר פון שריפות, קיין שום באזונדערע גאנדאלעס, — מען שטעלט אוועק די מאטארן אינעווייניק אין באלאן און געלאזט זיך אין וועג. פאנטאזירן אין דער ריכטונג האט מען געקאנט פאר דעם וועלט־ קריג, און טאקע נאר פאנטאזירן, ווארום ארויסבאקומען העליום פון דער לופט אדער פון די געשטיינען קאסט אזוי טייער, אז איינער האט זיך אויסגעדריקט נוצן העליום צו לופט־באלאנען איז פונקט אזא חלום ווי ברוקירן גאסן מיט דימענטן. דאך איז דער חלום געווארן איצט ווארהייט. מען האט גענומען בעסער זוכן און אין די פאראייניקטע שטאטן פון אמע־ ריקע און אין קאנאדע האט מען דעמאלט געפונען גאנצע קוואלן פון

העליום. דאָס זענען נאַפט-גרובן, וועלכע גיבן אַרויס אַ געמיש פון גאַזן, וואָס האַלט ביז 1 פּראָצענט ריינעם העליום. די אויפגאַבע צו פאַרשאַפן העליום פאַר די לופט-שיפן איז נאָך דערמיט ווייט נישט געווען פאַרענט-פערט, וואָרום ווי קריגט מען אַרויס דעם העליום פון דעם גאַז-געמיש? וויבאַלד מיט קיין שום שטאָפן באַהעפט ער זיך נישט, בלייבט איין ברירה, דערוויטערן פון דעם געמיש אַלע אַנדערע באַשטאַנד-טיילן, כדי עס זאָל איבערבלייבן 100 פּראָצ. ריינער העליום. דער שכל דערפון איז אַ פּראָסטער, טעכניש איז דאָס גוואַלדיק שווער געווען דורכצופירן. עס איז נישט געווען קיין אַנדער מיטל צו פאַרווירקלעכן די פאַבריקאַציע, ווי אויסצופרירן די נישט נייטיקע גאַזן. דאָס מאַכט מען אַזוי. דעם גאַז-געמיש פון די נאַפט-גרובן קילט מען אָפּ ביז צו אַזאַ אויסערסט נידעריקער טעמפּעראַטור, אַז אַלע אַנדערע גאַזן פאַרפליסיקן זיך און עס בלייבט איבער העליום, וועלכער איז אויסערסט באַשטענדיק אויך אַקעגן קעלט. אין די יאָרן פון קריג האָט מען זיך אָפּגעגעבן מיט דער זאַך אין אַמעריקע, מען האָט געמאַכט פאַרשידענע פּרוּוון, און צום סוף פון וועלט-קריג איז מען געפאַלן אויפן ריכטיקן וועג. צו דער צייט פון וואַפנשטילשטאַנד איז פאַרטיק געוואָרן אין אַמעריקע דער ערשטער טראַנספּאָרט העליום אויף אָפּצושיקן קיין אייראָפּע. זינט דעמאָלט איז די פאַבריקאַציע נאָך מערער פאַרפולקומט געוואָרן. גענוג צו זאָגן, אַז אויב אַ קוביק-פוס העליום האָט אַמאָל געקאָסט 1500 דאָלאַר, ווערט איצט אין אַמעריקע דער גאַז אויסגעאַרבעט צום פּרייז פון 2 סענט פאַר אַ קוביק-פוס. אין יאָר 1924 האָט די מאָנאַטלעכע פּראָדוקציע פון דעם גאַז דערגרייכט צו אַ מיליאָן קוביק-פוס. דאָס האָט געגעבן אַ מעגלעכקייט אָנצופילן לופט-שיפן מיט העליום אַנשטאָט וואַסערשטאָף. איירָאָפּע טוט נאָך אַמעריקע. אין פראַנקרייך גיט זיך אָפּ דערמיט דאָס מיניסטעריום פון פלאָט און פאָרשט מינעראַל-קוואַלן, אין וועלכע מען האָפט צו געפינען העליום. ענלעכס טוט מען אין דייטשלאַנד. אויך אין פּוילן האָט מען געפּרוּווט צו זוכן העליום אין גאַזן, וועלכע גייען אַרויס פון דער ערד ביי די נאַפט-גרובן, נאָר עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז זיי אַנטהאַלטן צו ווייניק העליום, אום צו באַגרינדן אַ פּראָדוקציע פון דעם גאַז.

העליום איז כעמיש אַ נאָענטער קרוב צו ראַדיום און צו די שטראַלנדיקע שטאָפן. מיר ווייסן דאָס פון דעם פריערדיקן קאַפּיטל, ווו מיר האָבן באַהאַנדלט די פראַגע וועגן עלטער פון דער ערד. מיר וואָלטן איצט געדאַרפט זיך ווענדן צו ראַדיום, וועלכער געהערט אויך צו אוצרות פון דער ערד. נאָר דאָ שווימען אַרויף אַזוי פיל וויכטיקע טעאָרעטישע און פּראַקטישע פראַגן, אַז מ'מוז זיי באַהאַנדלען אין אַ באַזונדער קאַפּיטל.

VII

רענטגען-שטראַלן, ראַדיום, פאַרבאַהאַלטענע ענערגיעס.

די אַנטדעקער פון ראַדיום, פיער און מאַריאַ קיורי. — רענטגען-שטראַלן און זייער אַנטדעקער. — ראַדיום און שטראַלנדיקע שטאָפן. — ראַדיום, זיינע טאַטעס און קינדער. — כעמישע עלעמענטן און זייער באַשטענדיקייט. — די נייע אַטאָם-פיזיק. — פאַרבאַהאַלטענע ענערגיעס. — פאַבריקאַציע פון קינסטלעכן גאָלד.

1

די פאַרשונג פון ראַדיום איז ענג פאַרבונדן מיט די נעמען פון פּאַר פאָלק קיורי, וועלכע האָבן אַנטדעקט דעם דאָזיקן שטאָף, און איידער מיר גייען אַריבער צו דער עצם זאַך, מוזן מיר באַקענען דעם לעזער מיט דער ביאָגראַפיע פון די ראַדיום-אַנטדעקער. אגב וועט דאָס זיין אַ צו-שטייער צו דער פראַגע, ווי אַזוי קומען פאַר וויסנשאַפטלעכע אַנטדעקונ-גען.

פיער קיורי האָט געשטאַמט פון אַ אינטעליגענטנער פראַנצויזישער פאַמיליע. זיין פאָטער, אַ דאָקטאָר, האָט געפירט אַ באַשיידן לעבן אין פאַריז, אין יאָר 1870, בשעת דער קאָמונע, האָט זיך גראָד געמאַכט אַז נעבן זיין הויז האָט מען געקעמפט אויף באַריקאַדן. דער פאָטער קיורי האָט זיך דערמאָנט, ווי אין יאָר 1848 איז ער, זייענדיק נאָך אַ סטודענט, געקומען מיט מעדיצינישע הילף צו די פאַרוווּנדעטע רעוואָלוציאָנערן, און איז מיט ביידע זין, דעם עלטערן זשאַק און דעם יינגערן פיער, אַרויס אַפּצוראַטעווען די פאַרוווּנדעטע קאָמונאַרן. דערפאַר האָט זיך אַ טייל פון זיינע פאַציענטן אָפּגעווענדט פון אים און ער האָט געמוזט אַרויס

הינטערן שטאָט און דאָרט זוכן פּרנסה. פּיער קיורי איז געבוירן געוואָרן אין יאָר 1859. פון פריסטער יוגנט האָט ער זיך אויסגעצייכנט מיט פעי־קייטן און פאַר איינם מיט באַזונדערקייט אין זיין גייסטיקן פּרצוף. ער פלעגט ליב האָבן זיך צו פאַרטיפן אין א ענין און איבערדעם פאַרגעסן אַלע אַנדערע זאַכן. עס האָט זיך געזען אין אים דער שפּעטערדיקער פאָר־טראַכטער, אין זיך פאַרשלאָסענער געלערנטער. עס איז דעריבער געווען פאַר אים א גליק, וואָס ער האָט זיך געלערנט אין דער היים און איז פּטור געוואָרן פון די אַלערליי אָבליגאַטאָרישע, אָבער נישט אינטערעסאַנטע לעקציעס. אויך האָט זיך פריי אַרויסגעוויזן, אַז ער האָט א באַזונדער נייגונג צו פיזיק און מאַטעמאַטיק. צו 19 יאָר האָט ער באַקומען א שטעלע אין א לאַבאָראַטאָריום ביי א לערן־אַנשטאַלט, און אין עטלעכע יאָר אַרום האָט ער מיט זיין ברודער געמאַכט די ערשטע וויסנשאַפטלעכע אַנט־דעקונג: זיי האָבן באַמערקט א־נייע עלעקטרישע דערשיינונג ביים צו־נויפדריקן און פאַנאַנדערציען קריסטאַלן. זינט 1883 אַרבעט קיורי אין א גרעסערן לערנאַנשטאַלט אַלס לערער און פאַרוואַלטער מיט דער לאַ־באָראַטאָריע און גיט זיך אָפּ מיט טעאָרעטישע פאָרשונגען. ער גריבלט זיך אין דעם ענין פון סימעטריע אין פיזישע דערשיינונגען. ער גיט זיך אָפּ אויך מיט עקספּערימענטן און פּובליקירט וויכטיקע רעזולטאַטן וועגן מאַגנעטישע דערשיינונגען. ער איז ווייט פון דער גרויסער וועלט, האָט נישט קיין פּראָטעקציעס, קיין צד אין די הויכע פענסטער, דערפאַר פאַר־נעמט ער יאָרן לאַנג א באַשיידענע שטעלע, דאָס ערגסטע — ער האָט נישט קיין אייגענע לאַבאָראַטאָריע, וווּ ער זאָל פריי קאָנען וויסנשאַפט־לעך אַרבעטן. אין יאָר 1895 באַקומט ער א גרעסערע שטעלע, אָבער אַלץ נישט קיין לאַבאָראַטאָריע.

פּיער קיורי האָט געהאַט אין זיך דעם פונק פון א גאון, נאָר עס איז, ווייזט־אויס, געווען אין אים עפּעס א פּגימה, א שוואַכקייט, וואָס האָט אים געשטערט צו אַנטוויקלען זיין גאונישקייט. און עס איז געווען א גליק פאַר אים און פאַר דער מענטשהייט, וואָס ער האָט געטראָפן אויף זיין וועג א פרוי, וועלכע האָט אים אונטערשטיצט אין דעם וויסנ־שאַפטלעכן באַרוף: דאָס איז געווען מאַריאַ סקלאָדאָווסקאַ.

מאַריאַ סקלאָדאָווסקאַ איז געבוירן געוואָרן אין וואַרשע דעם 7־טן נאָוועמבער 1867, אירע עלטערן זיינען געווען באַקאַנטע פּערזאָנען, און מאַריאַ, די יונגסטע פון זייערע פינף קינדער, האָט באַלד נאָכן ענ־דיקן גימנאַזיע זיך אויך אָפּגעגעבן מיט לערעריי, זי איז געווען לערערין צו ערשט אין דער פּראָווינץ, דערנאָך אין וואַרשע, זי האָט געמוזט מיט איר פאַרדינסט בייהילפיק זיין דער פאַמיליע. די פרייע צייט האָט

זי אויסגענוצט, אום צו פארפולקומען איר אייגענע בילדונג און האט נישט אויפגעהערט צו טראכטן וועגן פארן קיין אויסלאנד שטודירן. און אין יאר 1891 האט זי געקענט פארווירקלעכן איר ווונש, זי האט אנגעהויבן שטודירן אין פאריזער „סארבאנע“. זי האט גוט אויסגעהאלטן די עקזאמענס און האט באקומען א צוטריט צו זעלבסטשטענדיקער ארבעט אין וויסנשאפטלעכע לאבאראטאריעס. דא האט זי זיך צונויפגעטראפן מיט דעם יונגן געלערנטן פיער קיורי, און נאך א יאר באקאנטשאפט האט זי מיט אים אין יאר 1895 חתונה געהאט.

מאריא סקלאדאווסקא האט דורכגעמאכט א געוויסן אינעווייניקסטן קאמף, איידער זי האט באשלאסן ביי זיך צו פארבלייבן אויף שטענדיק אין פאריז און זיך אפרייסן פון פוילן. זי איז דערצויגן געווארן אין א פוילישער, פאטריאטישער סביבה און געטרוימט וועגן אן ארבעט, וואס זאל צונוץ קומען דער פוילישער נאציאנאלער זאך. די שטרעבונג צו א וויסנשאפטלעכן אויפטו האט סוף כל סוף איבערגעוויגן, און ווי סקלאדאווסקא דערציילט אליין, האט דערביי נישט ווייניק מיטגעווירקט איר קומענדיקער מאן. ער האט שטענדיק געטענהט צו איר, אז פאטריאטישע חלומות זענען גארנישט אקעגן די וויסנשאפטלעכע טריומפן. עס איז אוממעגלעך פאר א יחיד — האט ער געזאגט — צו בייטן די סאציאלע ארדנונג, און ווען איינער טוט שוין יא עפעס אויף אויף דעם דאזיקן געביט, איז ער קיין מאל נישט זיכער, אפשר האט ער גאר געטאן שלעכטס, אפשר האט ער אפגעהאלטן די אומפארמיידלעכע אנטוויקלונג. אין דער וויסנשאפט איז פארקערט, דא האט מען א פעסטן פונדאמענט אונטער די פיס, און יעטוועדער אנטדעקונג, ווי קליין זי זאל נישט זיין איז אנגעלייגט.

די אנטדעקונג פון ראדיום איז ביים פאר פאלק קיורי געשען נישט צופעליק. מאריא סקלאדאווסקא איז געקומען צו דער אנטדעקונג א דאנק דעם, וואס זי האט פארמאגט א פעיקייט צו געפינען א ריכטיקן וועג אין דער פארשונג, וועלכע צייכנט אוים גרויסע גייסטער, ווי אויך א דאנק דעם, וואס די נאטור האט איר באשאנקען מיט א גענוגנדיקער מאס ענערגיע אויף ביישטוקומען אלע שוועריקייטן. גראד נאך איר חתונה האט פראפעסאר אנרי בעקערעל אין פאריז איבערראשט די וועלט, אויסגעפינענדיק, אז געוויסע שטאפן גיבן ארוים פון זיך נישט געזעענע, שטארק ווירקנדיקע שטראלן. סקלאדאווסקא קיורי, דעמאלט א לערערין און א אנפאנגערין אין וויסנשאפטלעכער ארבעט, האט געשפירט, אז דערמיט לוינט זיך צו פאראינטערעסירן, און האט באשלאסן אויסצופארשן, וואס זיינען דאס פאר א שטראלן, און טאמער זיינען דא נאך

שטראַלנדיקע קערפּער א חוץ דעם שטאָף אוראַן, וואָס מיט אים האָט געמאַכט זיין אנטדעקונג בעקערעל. נאָר אין גיכן האָט זי זיך איבער־צייגט, אַז ענלעכע שטראַלן שיקט ארויס דער שטאָף טאָריום, און גלייך דערויף איז זי געקומען צו דעם געניאַלן איינפאַל, אַז נישט אוראַן און נישט טאָריום זענען דאָ דער עיקר: עס מוז זיין א אומבאַקאַנטער שטאָף, וועלכער איז אין א קליינער פּראָפּאָרציע צוגעמישט צו די אַנגערופענע שטאָפן און וועלכער איז דער אייגנטלעכער ארויסשיקער פון די נייע שטראַלן.

פּיער קיורי איז ביז צו יענער צייט געווען באַשעפטיקט מיט איי־גענע פאָרשונגען וועגן קריסטאַלן. איצט האָט ער זיי אוועקגעוואָרפן, און דאָס פּאָר פּאָלק האָט געמיינזאַם גענומען זוכן דעם געהיימניספולן שטאָף. אין יולי 1898 יאָר האָבן זיי געהאַט דעם ערשטן דערפאָלג, זיי האָבן אנטדעקט א נייעם שטאָף, וועלכן זיי האָבן א נאָמען געגעבן „פּאָ־לאָניום", און אין דעצעמבער פון דעם זעלביקן יאָר איז געשען די היס־טאָרישע אנטדעקונג פון דעם ראַדיום.

פרוי קיורי האָט אין יאָר 1924, אין 25 יאָר ארום נאָך דער אנטדע־קונג, פאַרעפנטלעכט א ביאָגראַפיע פון איר מאַן און האָט דאָרטן אויספירלעך דערציילט ווי אזוי די אנטדעקונג איז צושטאַנד געקומען. פּיער און מאַריא קיורי האָבן געפאָרשט די מינעראַלן לויט א אָריגינע־לער מעטאָדע, וועלכע זיי האָבן אליין צוגעטראַכט, און ווען מען לייענט די פּרטים, ווי אזוי די ארבעט איז צוגעגאַנגען, ווערט מען נשתומם, ביי וואָסערע באַדינגונגען זיי איז אויסגעקומען צו ארבעטן. צוויי יאָר צייט האָבן זיי די קאָמפּליצירטע לאַבאָראַטאָרישע פאָרשונגען, וועלכע האָבן געוויזן א וועג פאַר דער שפּעטערדיקער פאַבריקאַציע, געפירט אין א פאַרוואָרפענער שאָפּע, וווּ עס האָט געראָנען פון דאַך. קיין געהילף האָבן זיי נישט געהאַט. די הוצאות פון די עקספּערימענטן האָבן זיי געמוזט טיילווייז דעקן פון אייגענע קאַרגע מיטלען. כדי אויסצוקומען, האָט פּיער קיורי גענומען לייענען לעקציעס נאָך אין א שול.

די פאָרשונגען האָבן געפאָדערט דווקא גרויסע מיטלען, ווארום כדי ארויסצובאַקומען א קליינינטשקן סכום ראַדיום־זאַלץ, דאַרף מען אויס־ארבעטן געוואַלדיקע מאַסן פון די רוי־מאַטעריאַלן. אויב קיורי האָט נישט אויפגעהערט צו פאָרשן, איז עס א דאַנק איינעם א אונטערנעמער, וועל־כער האָט אים אונטערגעשטיצט. „דעמאָלט, דערציילט פרוי קיורי, זענען מיר אין גאַנצן געווען ארייגעטאָן אין דער ארבעט. נישט גע־אַכט אויף די שווערע באַדינגונגען, זיינען מיר געווען העכסט גליקלעך. גאַנצע טעג פלעגן מיר פאַרברענגען אין דער לאַבאָראַטאָריע, דאָ פלעגן

מיר אָפּטמאָל אויך פאַרבייסן אויפן סטודענטישן שטייגער. אין דער פֿרעמער שאַפּע איז געווען פּולקום שטיל. ווען נישט ווען פּלעגן מיר זיך דורכשפּאַצירן פון איין וואַנט צו דער אַנדערער און פירן געשפּרעכן וועגן דער איצטיקער און דער קומענדיקער אַרבעט. אַז עס פּלעגט אונדז ווערן קאַלט, פּלעגן מיר זיך דערוואַרימען מיט אַ גלעזל טיי. ווי אין חלום האָבן מיר געלעבט, פאַרטאָן אין דער איינציקער באַשעפטיקונג".

שפּעטער, ווען די פאָרשונגען האָבן פאַרשאַפט דעם פּאָר פּאָלק אַ גרויסן שם, האָבן זיך געפונען בעלנים זיי צו סובסידירן. אין יאָר 1903 האָבן זיי מיט בעקערעלען באַקומען נאָבעלס פּרעמיע, וועלכע האָט באַטראָפן אַ היפּשן קאַפּיטאַל. ערשט דעמאָלט זיינען זיי פּטור געוואָרן פון דאגות פּרנסה, און פּיער קיורי האָט זיך געקענט באַפרייען פון אַ סך לעקציעס. איצט, אַחר המעשה, איז געקומען די אָנערקענונג אויך מצד דער רעגירונג. קיורי איז געוואָרן פּראָפעסאָר, מען האָט אים געעפנט אַ באַזונדער לאַבאָראַטאָריע, וווּ אויך פרוי קיורי האָט געהאַט אַ שטעלע.

דאָס אַלץ איז געקומען צו שפּעט. פּיער קיורי האָט געפּטרט זיינע יינגערע יאָרן אויף די שווערע פּראַצע פון אַ לערער און האָט אומזיסט געשטרעבט צו אַ פּאַסנדיקער לאַבאָראַטאָריע. אפשר וואָלט ער נאָך באַוויזן אויסצונוצן די נייע גינסטיקע באַדינגונגען, ווען נישט אַ טראַגישער צופאַל.

דעם 19-טן אַפּריל 1906, ווען ער איז געגאַנגען אַ היים פון אַ וויסנשאַפטלעכער זיצונג, איז אָנגעפאָרן אויף אים אַ משא-וואָגן און אים געטויט אויפן אָרט. פרוי קיורי האָט געירשנט דעם מאַנס קאַטעדרע אין אוניווערסיטעט, האָט מיטן גרעסטן ערפאָלג געפירט די ווייטערדיקע ראַדיאָ-אַקטיווע פאָרשונגען און איז געבליבן צווישן די ערשטע קענער פון דעם פאַך. זי האָט פּובליקירט דאָס גרינדלעכסטע ווערק אויף דעם דאָזיקן געביט. זי האָט דערלעבט צו די העכסטע אויסצייכענונגען פאַר איר אויפטו, איז נאָך אַ מאָל באַשאָנקען געוואָרן מיט דער נאָבעל-פּרעמיע. ביז היינט צו טאָג שטייט זי אין דער ערשטער ריי פאָרשער אויף דעם געביט. אַ דאַנק איר איניציאַטיוו איז אין פּאַריז אַנטשטאַנען אַ ספּעציעלער ראַדיום-אינסטיטוט, וועלכער גיט זיך אָפּ מיט פאָרשן די ראַדיום-שטאָפן, ווי פרוי קיורי אַרבעט איצט מיט דער הילף פון איר עלטערער טאָכטער אירענע. דאָך איז פאַרבליבן ביי איר אַ פאַרביטערונג קעגן דער וועלט, וועלכער האָט פאַרזוימט מיט דער אָנערקענונג פון איר מאַן. „וואָס באַקומען די געלערנטע אין אונזער געזעלשאַפט דערפאַר, וואָס זיי שיינקען זיך אַליין און טוען אויף אַזוי פיל פאַר דער מענטש-

הייט? צי האָבן זיי די מיטלען, וואָס ס'איז נויטיק צו דער ארבעט? צי זענען זיי זיכער מיטן שטיקל ברויט? פּיער קיורי און א סך אנדערע ווייזן, אז ניין, אז כדי צו דערשלאָגן זיך צו א רעכטס — מעגלעכקייט דאַרפן זיי מיינסטנס אָפּפּטרן זייער יוגנט און זייערע קרעפטן אין די טאָג-טעגלעכע דאגות".

2

נישט אלע געלערנטע האָבן אויסצושטיין צרות, ווי עס איז באַשערט געווען פּיער קיורי. פאַראַן, הגם עס געהערט צו די זעלטנקייטן, אויך מזלדיקע געלערנטע, וועלכע עס האָט אָפּגעגליקט אין זייער לעבן. צו זיי געהערט דער אנטדעקער פון די רענטגען-שטראַלן, דער דייטשער געלערנ-טער ווילהעלם קאָנראַד רענטגען, וועלכער איז אין יאָר 1923 געשטאָרבן אין דעם שיינעם עלטער פון 78 יאָר, באַקרוינט מיט דער נאָבעל-פּרעמיע און מיט אלע כבודים, וואָס עקזיסטירן פאַר געלערנטע, און באַרימט אין דער גאַנצער וועלט. אויך זיין לעבנס-געשיכטע דאַרף דאָ דערציילט ווערן, וואָרום די אַזוי גערופענע רענטגען-שטראַלן האָבן א נאָענטע שייכות צו ראַדיום.

די לעצטע עטלעכע צענדליק יאָר פון 19-טן יאָרהונדערט האָבן זיך די פיזיקער א סך אָפּגעגעבן מיט פאָרשן די אַזוי גערופענע קאַטאָד-שטראַלן. מען נעמט א ספּעציעל גלעזערן רערל, אין וועלכער עס זיינען אריינגע-שמאָלצען פון ביידע זייטן מעטאַלענע דראָטן, מען פּאָמפּעט אויס פון אים כמעט די גאַנצע לופט און מען לאָזט דורך דורכן רערל א באַזונדערן עלעקטרישן שטראָם. דער שטראָם דאַרף זיין נישט פון דעם מין, וואָס מען באַנוצט צו באַלויכטונג אָדער צו טרייבן מאַשינעס, עס דאַרף זיין א שטראָם פון א גרויסער „שפּאַנונג". דאָס מיינט צו זאָגן, אז דער דאָזיקער שטראָם געברויכט נישט קיין גרויסן קוואַנטום עלעקטריע, אָבער אַזוי צו זאָגן דער אימפּעט זיינער איז א גוואַלדיקער, אַקוראַט ווי א קליינער שטראָם וואַסער, וועלכער פאַלט פון א גרויסער הויך, קען אויפטאָן א סך מיט דעם כח פון זיין פאַלן, הגם ער איז נישט רייך אין וואַסער. עס זיינען פאַראַן ספּעציעלע אַפּאַראַטן, וועלכע פאַרוואַנדלען דעם געוויינלעך-געברויכטן עלעקטרישן שטראָם. אָט אין אַזא אימ-פּעטיקן שטראָם. איז ווען אַזא אימפּעטיקער שטראָם גייט דורך אין דעם באַשריבענעם רערל, קומט פאָר פאָלגנדיקעס: פון יענעם דרעטל, ווו דער שטראָם גייט ארויס, פון דעם אַזוי גערופענעם „קאַטאָד", הויבט אָן צו גיין א שטראַלונג. דער קאַטאָד שיקט ארויס שטראַלן, די דאָזיקע

קאטאָד-שטראַלן זענען נישט געווען געגליכן צו קיין איינעם פון די מינים שטראַלן, וועלכע זיינען געווען באַקאַנט צו יענער צייט. די געלערנטע זיינען דערגאַנגען, אַז דאָס זיינען נישט מער און נישט ווייניקער ווי שטראָמען, וואָס באַשטייען פון געשווינד-פליענדיקע טיילכעלאַך עלעקטריע, פון „עלעקטראָנען" אָן, יעטווידער שטאָף. די וויסנשאַפט שטרעבט פון לאַנג אָן אַריינצודרינגען אין סוד, וואָס איז אַזוינס שטאָף און וואָס איז אַזוינס עלעקטריע, האָט מען כסדר געפאָרשט די שטראַלן, טאָמער וועלן זיי העלפן צו אַנטפּלעקן דעם סוד. גרויסע געלערנטע, ווי דער ענגלענדער קרוקס, די דייטשן היטאָרף, גאָלדשטיין, לענאַרד און הערץ, האָבן אַ סך אויפגעטאָן אויף דעם געביט. מיר ווייסן איצט, אַז די באַשריבענע קאַטאָד-רערלעך שיקן אַרויס ביי געוויסע באַדינגונגען נאָך אַ נייעם סאָרט שטראַלן, יענע שטראַלן, וועלכע מיר באַצייכענען איצט מיטן נאָמען רענטגען-שטראַלן. די אָקאָרשט אָנגערופענע געלערנטע האָבן זיכער אַלע געהאַט צו טאָן מיט די דאָזיקע שטראַלן, נאָר קיינער פון זיי האָט עס נישט באַמערקט און נישט אַנטדעקט, ווארום די רענטגען-שטראַלן זענען טונקעלע, זיי לייכטן נישט, מען דערקענט זיי לויט אַנדערע ווירקונגען זייערע. די אַנטדעקונג האָט זיך אַ דאַנק זייער אַלעמענס פאָרשונגען געטראָגן אין דער לופטן און ס'איז געקומען רענטגען און האָט אַראָפּגעריסן די ריפע פרוכט פון קענטשאַפט-בוים.

רענטגען האָט נישט צופעליק געמאַכט די געוואַלדיק וויכטיקע אַנטדעקונג. צום יאָר 1895, ווען דאָס האָט אים אָפּגעגליקט, איז ער שוין געווען אַ באַוווסטער פאָרשער און האָט געהאַט אויסגעפירט אין זיינע לאַבאָראַטאָריעס אַ סך וויכטיקע עקספּערימענטן. ער האָט זיך אויסגעצייכנט מיט אַ זעלטענער פּינקטלעכקייט אין דער אַרבעט און מיט אַ פעיקייט צו באַאָבאַכטן די מינדסטע דעטאַלן פון יעדער דערשיינונג. בשעת ער האָט געמאַכט אַ געוויסן עקספּערימענט מיט קאַטאָד-שטראַלן, האָט ער אין יאָר 1895 באַמערקט עפּעס נייעס: ער האָט באַמערקט, אַז אויסער די ביז דעמאָלט באַקאַנטע מינים שטראַלן, גייט אַרויס פון דעם טרייבל, פון יענעם אָרט זיינעם, וווהין עס פאַלן די קאַטאָד-שטראַלן, אַ נייע אומבאַקאַנטע טונקעלע שטראַלונג. די דאָזיקע „איקס"-שטראַלונג (אין דער מאַטעמאַטיק באַצייכנט מען דאָס אומבאַקאַנטע דורך „איקס", דערפון דער נאָמען) ווירקט אויף אַ פאָטאָגראַפישע פּלאַטע, זי ווירקט אפילו דעמאָלט, ווען די פּלאַטע איז איינגעוויקלט אין שוואַרצע פּאַפּיר, זי גייט דורך דינע בלעטלעך מעטאַל א. אז. וו. רענטגען האָט פאַרשטאַנען, אַז דאָ האָט ער צו טאָן נישט מיט קיין קלייניקייט און האָט אָנגעווענדעט זיינע גאַנצע פעיקייטן און קענטשאַפטן, אום צו דער-

גיין אלע איינגשאפטן פון די נייע „איקס״ שטראלן און ארויסצובא־
קומען זיי וואס ריינער און שטארקער. זיין ערשטע אויספארשונג פון ד
שטראלן איז געווען אזוי גרינדלעך, אז יארן לאנג האט מען קיין נייע
אין דער באציאונג נישט געקענט אויפטון.

אויך ווייטער האט רענטגען געהאט מזל. די מעדיצינישע וועלט
האט גלייך אפגעשאצט די באדייטונג פון דער אנטדעקונג. זויבאלד
די רענטגען־שטראלן (אין דער דייטשער וויסנשאפט האט מען זיי בא־
צייכנט מיטן נאמען פון אנטדעקער) זיינען אימשטאנד אדורכצו־
דרינגען נישט קיין דורכזיכטיקע קערפערס, קאן מען דאך מיט זייער
הילף אריינקוקן, וואס טוט זיך אינעווייניק אין מענטשלעכן קערפער.
אזוי איז טאקע געווען, און די פארשונג פון קראנקהייטן מיט דער הילף
פון רענטגען־שטראלן איז איצט געווארן א טאג־טעגלעכער דערשיינונג.
די מעדיצינישע אויסנוצונג פון די רענטגען־שטראלן איז אזוי אינטע־
רעסאנט, אז מיר מוזן זיך אפשטעלן דערויף.

ווען מען באשטראלט מיט רענטגען־שטראלן דעם קערפער פון א
מענטשן, גייען דורך די שטראלן דורכן פלייש אזוי גוט ווי נישט אפגע־
שוואכט, די ביינער דאקעגן פארהאלטן די שטראלן, שלינגען זיי
איין. אזוי ווי די רענטגען־שטראלן ווירקן אויף א פאטאגראפישע פלאטע
און ווירקן נאך בעסער ווי געוויינלעכע שטראלן, קאן מען אויף א פאטא־
גראפישער פלאטע באקומען אזא בילד: אויף דעם ליכטיקערן פאן פון
די פלייש־באשטאנד־טיילן שווארצן זיך די ביינער. אזוי ארום קען מען
באקומען פאטאגראפישע אויפנאמעס פון א קראנקהייט אין די ביינער.
דאס זעלביקע מיטן הארץ און די לונגען. דאס הארץ איז אנדערש גע־
בויט ווי דער ברוסט־קאסטן, דאסגלייכן באשטייען די לונגען פון א אנ־
דער געוועב אין פארגלייך מיט די ארומיקע קערפער טיילן, און א דאנק
דעם קען מען אפפאטאגראפירן דאס הארץ און די לונגען און דערקענען
א הארץ פעלער, א שווינדזוכט פון די לונגען אזן ענלעכעס. דעם מאגן
מיט די געדערים האט מען א לאנגע צייט נישט פארמאגט רענטגעניש
צו פאטאגראפירן, ווארום זיי אליין פאר זיך גיבן נישט קיין טונקעלן
שאטן אויף דער פאטאגראפיע. מיט דער צייט איז מען בייגעקומען די
דאזיקע שוועריקייט, מען טוט אט אזוי:

מען שפייזט דעם קראנקן מיט א געקעכץ אדער געטראנק, וואס
אנטהאלטן זאלצן פון וויסמוט אדער בארי (די דאזיקע זאלצן זענען
נישט שעדלעך פארן געזונט, זיי נוצן אפילו ווי א רפואה אין געוויסע
פאלן). די דאזיקע זאלצן דרינגען דורך דעם מאגן און דערנאך די געדערים

און הנם זיי ווערן איינגעגעבן דעם קראנקן אין א קליינינטשקער דאָזע קלעקט. עס אום דער מאָגן און געדערים זאָלן ווערן אומדורכדרינגלעך פאַר דער שטראַלונג און זאָלן וואַרפן א פיינעם שאָטן אויף דער פאָטאָגראַפישער פּלאַטע. די פאָטאָגראַפיע באַווייזט גלייך, צי דעם קראַנקנס מאָגן איז נאָרמאַל און אויב נישט — טאָ וואָס איז מיט אים געשען, צי האָט זיך אויסגעבילדעט א געשוויר אָדער דאָס געוועב איז קרענקלעך פאַרדאָרבן געוואָרן א. א. וו. נאָכמער, מ'קען פאָטאָגראַפירן דעם מאָגן עטלעכע מאָל נאָכן אויפנעמען די וויסמוט-שפּייז און אזוי אַרום פעסטשטעלן, ווו געפינט זיך די שפּייז, דאָס הייסט — ווי לאַנג דויערט דער דורכגאַנג פון דער שפּייז, — אַנדערש גערעדט, צי פאַרדייט דער מאָגן נאָרמאַל אָדער נישט. נאָר די לעצטע צייט האָט מען געפונען א מיטל צו פאָטאָגראַפירן אויך די בלוט-געפעסן, דורך געוויסע איינשפּריצונגען אין בלוט.

גוואַלטיק גרויסע נוצן האָבן די רענטגען-דיאַגנאָזן געבראַכט בעתן קריג: פריער פלעגט מען ביי א פאַרוווּנדעטן מוזן זוכן מיט זאָנדן און ענלעכע שאַרפע אינסטרומענטן, ווו ס'שטעקט אין דער ווונד די קויל, און מ'פלעגט אים אָנטון גרויסע יסורים און גאַנץ אָפט דאָך האָבן א טעות. איצט קאָן מען אזוי אָפּפאָטאָגראַפירן דאָס אינעווייניקסטע פון שאָס-ווונד מיט דער הילף פון רענטגען-שטראַלן, אז די לאַגע פון דער קויל זאָל ווערן באַשטימט גענוי ביז צו א קלענסטן טייל פון א מילימעטער.

דאָ זיינען מיר פאַרפאַרן עטוואָס אין א שפּעטערדיקער צייט: די ערשטע רערלעך, מיט וועלכע רענטגען האָט געמאַכט זיין אַנטדעקונג, זענען געווען פּשוט און ווייט פון פולקאָמענהייט, און קיין גרויסע זאַכן האָט מען מיט זיי נישט געקענט אויפטון. עס האָט זיך געפאָדערט א אָנגעשטרענגטע אַרבעט, א סך מי און שאַרפזיניקייט מצד די פיזיקער און טעכניקער, ביז וואַנען מ'האָט געשאַפן די אַפּאַראַטן, וועלכע שטייען איצט אין די מאָדערנע רענטגען-לאַבאָראַטאָריעס. די ערשטע רערלעך האָבן ספּעציעל געהאַט דעם גרויסן חסרון, וואָס זיי פלעגן אַרויסגעבן נישט אַלעמאָל די זעלביקע שטראַלן, א מאָל „ווייכערע", ד. ה. ווייניקער דורכדרינגענדיקע און אַמאָל „האַרטערע", מער דורכדרינגענדיקע. און דעריבער האָט מען אַפריער נישט געקאָנט גענוי פעסטשטעלן זייער ווירקונג. איצט זענען פאַראַן אַפּאַראַטן, וועלכע אַרבעטן שיער נישט מיט א מאַטעמאַטישער פּינקטלעכקייט, און צו יעדן צוועק זיינען פאַראַן באַזונדערע רערלעך.

דערהויפּט זיינען די דאָזיקע פאַרפולקאָמונגען וויכטיק פאַר דער

רענטגען-קאָראַציע. אז די רענטגען-שטראַלן קענען ברענגען נוצן אויך ווי א הייל-מיטל, דאָס איז מען דערגאַנגען מערער צופעליק: די ערשטע פאָרשער און דאָקטוירים, וועלכע האָבן געהאַט צו טאָן מיט די רענטגען-רערלעך, זיינען אין א סך פאַלן שטאַרק געשעדיקט געוואָרן. די שטראַלן האָבן זיי געמאַכט וואונדן און הויט-אָנצינדונגען, עס איז אפילו אויסגעקומען ביי אייניקע צו מאַכן שווערע אָפּעראַציעס און אָפּצושניידן א האַנט. אויף אזא טרויעריקן שטייגער האָט מען זיך דערוווּסט וועגן דער שטאַרקער ווירקונג פון די שטראַלן אויף געוועבן פון לעבעדיקן אָרגאַניזם. דערויף איז מען געפאַלן אויפן שכל, אז מען קאָן אויסנוצן די דאָזיקע ווירקונג אום אָפּצוטויטן קראַנקע, געשעדיקטע געוועבן, אָט ביי דער רענטגען-קוראַציע איז די גענויע אָפּמעסטונג פון דער „דאָזע" שטראַלן פונקט אזוי וויכטיק ווי ביי יעטוועדער אנדערן הייל-מיטל, — מען דאַרף באַלייכטן דאָס קראַנקע אָרט מיט אזא דאָזע שטראַלן, אז דאָס קראַנקע געוועב (א געשווירעכץ למשל) זאָל ווערן דורך די שטראַלן אָפּגעטויט, אָבער דאָס ארומיקע לעבעדיקע און געזונטע געוועב זאָל נישט ליידן. אויסער דעם פאָדערט זיך פאַר יעדער קוראַציע זיין מין שטראַלן. דאָס אַלץ לאָזט זיך איצט אויספירן. אויך לאָזט זיך אויסאַרבעטן אזוינע „האַרטע", טיף אַריינדרינגענדיקע שטראַלן, אז מיט זייער הילף קאָן מען דורכפירן קוראַציעס טיף אינעווייניק אין מענטשלעכן אָרגאַניזם.

די לעצטע יאָרן האָט זיך מיט די רענטגען-שטראַלן גענומען אינטערעסירן אויך די טעכניק. אין יענע געביטן פון טעכניק, ווו עס פאָדערט זיך א גענויע קענטשאַפט פון די מעטאַל-אייגנשאַפטן, ווערן איצט גענוצט די רענטגען-שטראַלן אום אַריינצודרינגען אין די טיפענישן פון מעטאַל-שטיק. די נייסטע פאַרפולקאָמונגען גייען אזוי ווייט, אז מען קאָן פאָטאָגראַפירן דאָס אינעווייניקסטע פון א מעטאַל-שטיק ביז צו עטלעכע טאַנטימעטער די גרעב.

רענטגען האָט געהאַט דאָס גליק צו דערלעבן די פאַרשיידענאַרטיקע אויסנוצונג פון זיינע שטראַלן. קיין מאַטעריעלע נוצן דערפון האָט ער נישט געצויגן. ער האָט פובליקירט דעם אופן פון באַקומען זיינע שטראַלן און האָט נישט אַרויסגענומען קיין פאַטענט אויף די באַטרעפנדיקע אַפּאַראַטן. ער האָט באַשיידן געאַרבעט ווייטער אין זיין לאַבאָראַטאָריע און האָט געהאַט די באַפרידיגונג צו זען, ווי ארום זיין אַנטדעקונג איז אויסגעוואַקסן א גאַנצער נייער צווייג פון ווויסנשאַפט.

לאָמיר זיך אומקערן צו דער גלעזערנער טרייבל, וועלכער שיסט אַרויס קאַטאָד-שטראַלן און רענטגען-שטראַלן. וואָס קומט פאַר אינע-

זייניק אין דעם טרייבל? דאָרטן איז אנטקעגן דעם קאַטאָד איינגע-בויט א קליין, דינע פּלאַטע פון מעטאַל, א מין בלעך. אויף איר, אויף דעם קליינעם בלעך פאַלן די געשווינד-פליענדיקע עלעקטראָנען (וואָרום די קאַטאָד-שטראַלן זיינען שטראָמען פון עלעקטראָנען) און רופן ארויס די דערשיינונג פון די רענטגען-שטראַלן. אויב מען זאָל זיך באַנוצן מיט א גראָבן ביישפּיל, קאָן מען פאַרגלייכן די עלעקטראָנען צו פּיצי-מאָנציקע קוילן, וועלכע באָמבאַרדירן דעם מעטאַלענעם בלעך, און די טונקעלע, נישט געזעענע רענטגען-שטראַלן — צו דעם גערויש פון דער באָמבאַרדירונג.

וואָס-זשע זיינען די דאָזיקע שטראַלן אין דער זווירקלעכקייט? יאָרן לאַנג איז דערויף נישט געווען קיין ענטפער. ערשט אין יאָר 1912 האָט דעם סוד אנטפּלעקט דער דייטשער געלערנטער פאָן לאַוע. ער האָט דערוויזן, אז די רענטגען-שטראַלן זיינען באַשאַפן אקוראַט ווי געוויינלעכע ליכטיקייט-שטראַלן, מער נישט וואָס זייערע וועלן זענען אויסערגעוויינלעך קליין אקעגן די וועלן פון די ליכטיקייט-שטראַלן. דאָס איז געווען זייער א וויכטיקע אנטדעקונג, וואָרום צו יענער צייט זיינען שוין באַקאַנט געוואָרן נאַטירלעכע רענטגען-שטראַלן, דהיינו, ראַדיום און אויך אנדערע שטראַלנדיקע שטאָפן שיקן ארויס פון זיך אליין שטראַלן, וואָס זענען פולקאָם ענלעך צו די רענטגען-שטראַלן.

3

מערקווירדיק קיימלען זיך אמאָל וויסנשאַפטלעכע פאָרשונגען. ווי מיר האָבן פריער געזאָגט, איז מאַריא קיורי-סקלאָדאָווסקאַ געבראַכט געוואָרן צו דער אנטדעקונג פון ראַדיום דורך די פאָרשונגען פון אנרי בעקערעל. דער לעצטער האָט דעם 24 פעברואַר 1896 מיטגעטיילט דער פאַריזער אקאַדעמיע, אז ער האָט ארויסגעפונען פאָלגנדעס: כעמישע פאַרבינדונגען פון אוראַן גיבן ארויס פון זיך טונקעלע שטראַלן, וועלכע ווירקן אויף א פאָטאָגראַפישער פּלאַטע, ווען אפילו זי איז איינגעוויקלט אין א נישט-דורכזיכטיקן שטאָף. דעם שטויס צו אָט דער אנטדעקונג האָט בעקערעל באַקומען פון רענטגען: בעקערעל האָט געוואָלט דערגיין, וואָס זענען דאָס די רענטגען-שטראַלן; ער האָט צו דעם צוועק געפּאָרשט פאַרשיידענע מאַטעריאַלן, און ווידער אמאָל דורך א צופאַל — ווי רענטגען — איז ער דער ערשטער דערגאַנגען, אז עס עקזיסטירן שטראַלנדיקע שטאָפן, און האָט דער ערשטער באַשריבן זייערע אייגנשאַפטן.

אין אָנהויב האָבן די וויסנשאַפטלעכע קרייזן עפּעס נישט געגלויבט אין

דער טאנצער זאך, אבער שוין אין א קורצער צייט ארום האבן זיך בעקערעלס פארשונגען גלענצנד באשטעטיקט. עס האט זיך ארויסגעוויזן, אז דער אוראן איז נישט קיין בן-יחיד אין דער וועלט פון כעמישע שטאפן און מינעראלן, — מען האט פעסטגעשטעלט, אז ס'זענען פאראן נאך א סך אנדערע שטאפן, וועלכע פארמאגן פונקט די זעלבע אייגנשאפטן, די אייגנשאפטן פון „ראדיא - אקטיוויקייט'', ווי מ'האט עס אנגערופן. א דאנק קורי איז אנטדעקט געווארן דער ראדיום, דער באריממסטער פון די ראדיא-אקטיווע שטאפן. א דאנק זיי און אנדערע געלערנטע האט מען אנטפלעקט ווונדערלעכע באזונדערקייטן פון די דאזיקע שטאפן. באלנגדיקע פיר הויפט - מעלות זיינען פעסטגעשטעלט געווארן ביי ראדיום און ביי די אנדערע שטאפן פון דעם זעלבן מין.

ווען איר וועט נעמען א פאטאגראפישע פלאטע, איינוויקלען אין א שווארצן פאפיר און צוטראגן נאענט צו איר א שטיקעלע ראדיום, וועט דער ראדיום ווירקן אויף דער פלאטע אקוראט ווי געוויינלעכע ליכטיקייט ווירקט אויף נישט קיין פארדעקטע פלאטע, אדער זוי עס ווירקן די רענטגען-שטראלן אויף דער צוגעדעקטער פלאטע; אויף דער פלאטע וועלן נאכן אנטוויקלען איבערבלייבן צייכנס. דאס איז איינס. צווייטנס ווירקט ראדיום אויף געוויסע שטאפן, וועלכער פארמאגן אן אייגנשאפט אויפצולייכטן. אונטער דעם איינדרוק פון ראדיום-שטראלן נעמען זיי לייכטן אין דער פינסטערניש. אט א דאנק די צוויי מעלות דערקענט מען, אז ראדיום לאזט ארויס פון זיך שטראלן, די דאזיקע שטראלן זענען טונקעלע. אונזער אויג גופא זעט נישט די שטראלן, בלויז אן די באשריבענע ווירקונגען דערקענט מען, אז ראדיום אדער זיינע כעמישע קרובים גיבן ארויס פון זיך שטראלן. די דריטע אייגנשאפט פון ראדיום באשטייט דערין, אז ער טיילט אויס פון זיך כסדר ווארימקייט. ווינציק קליין איז דער אבסאליוטער סכום ווארימקייט, וועלכער ווערט אויסגעטיילט פון א שטיקל ראדיום, קיין פראקטישע נוצן קאן מען נישט ציען פון אים, נאר אין פארגלייך מיט דעם סכום ראדיום איז די ווארימקייט-ווירקונג א גוואלדיקע. מען האט בארעכנט, אז א שטיקל ראדיום גיט ארויס פון זיך אין 45 מינוט צייט אזוי פיל ווארימקייט, אז עס וואלט געקלעקט אויף צו פארוואנדלען דעם זעלבן סכום אייז אין וואסער-דאמף.

די פערטע אייגנשאפט פון ראדיום איז נישט אזוי פשוט צו פארשטיין פאר איינעם, וועלכער האט נישט צו טון מיט פיזיק און עלעקטריע, נאר מיר האבן קיין ברירה נישט און מוזן וועגן דעם ריידן, ווארום דאס איז דער בעסטער סימן, אום גרינגער פון אלץ צו אנטדעקן די געגנווארט פון ראדיום: מיר מיינען דא. די ווירקונג פון ראדיום אויף די עלעק-

טרישע אײנגשאפטן פון לופט און אנדערע גאזן. לופט און בכלל גאזן געהערן צו אזוי־גערופענע נישט־דורכפירער פון עלעקטריע. ווען מיר וועלן נעמען א קערפער, וועלכער איז מסוגל איינצוהאלטן אין זיך עלעקטריע און וועלן אים עלעקטריש אָנלאָדן, וועט ער אין דער לופטן איינהאלטן די איינגעגעבענע עלעקטרישע אָנלאָדונג, כל זמן ער וועט נישט קומען אין באַרירונג מיט אנדערע קערפערס, וועלכע פירן אדורך עלעקטריע. וואָרום לופט, ווי געזאָגט, פירט נישט דורך קיין עלקטריע. ווי נאָר מיר טראָגן אַריין א שטיקל ראדיום, בייט זיך דאָס בילד, — דער אָנגעלאָדענער קערפער פארלירט גלייך זיין עלעקטרישן אָנלאָדונג, וואָרום אונטער דער ווירקונג פון ראדיום פארוואנדלט זיך גלייך די לופט (אָדער א וואָסער נישט איז אנדער גאז) אין א דורכפירער פון עלעקטריע.

די באשריבענע פיר איינגשאפטן פאר זיך גענומען זענען נאָך נישט אזוי וואונדערלעך, און די וויסנשאפטלעכע וועלט וואָלט נישט געוואָרן נתפעל פון דעם ראדיום, ווען עס וואָלט נישט געווען נאָך א אנדער זאך דערביי, גאָר און גאָר א וויכטיקע. לאָמיר באטראכטן כסדר די אָנגעוויזענע איינגשאפטן. וואָס אָנבעלאנגט ווירקן אויף א פארדעקטע פאָטאָגראפישע פּלאטע, ווייסט מען, אז אזוינס פארמאָגן די רענטגען־שטראלן. בנוגע צו דער אויפלייכטונג פון געוויסע שטאָפן איז דער ראדיום אויך נישט קיין בן־יחיד, דאָס קענען ארויסרופן אנדערע שטאָפן אויך. וועגן ווארימקייט איז נישטאָ וואָס צו רעדן א סך, אז אָנגעווארימטע שטאָפן גיבן ארויס פון זיך ווארימקייט. ענדלעך די ווירקונג אויף לופט, אז זי זאָל זיך פארוואנדלען אין א דורכפירער פון עלעקטריע, איז אויך נישט קיין נאָווינע. דאָס זעלבע טוען אויף די רענטגען־שטראלן אָדער פשוט אָנגעגליטע מעטאלן און דעסגלייכן. אָבער ווען איז דאָס אלץ נערעדט? די שטאָפן פון א גאנץ יאָר, די פשוטע, די נישט שטראלנדיקע, ווייזן ארויס די באשריבענע ווירקונג ערשט דעמאָלט, ווען מען טוט עפּעס אריין אין זיי, אום צו באקומען, למשל, רענטגען־שטראלן, דארף מען אָנקומען צו א עלעקטרישן שטראָם און כסדר דורכלאָזן אים דורך דער טרייבל, אנדערש הערן אויף די רענטגען־שטראלן. כדי א פשוטער קערפער זאָל ארויסגעבן פון זיך ווארימקייט, דארף מען אפריער אריינטאָן אין אים ווארימקייט און א סך ווארימקייט, יעדנפאלס נישט ווייניקער, ווי מען וויל פון אים ארויסבאקומען, אָדער מען דארף אָנקומען צו כעמישע פּראָצעסן. ווען מיר זאָגן, אז אָנגעגליטע מעטאלן ווירקן אויף די עלעקטרישע איינגשאפטן פון דער לופט, איז קלאָר, אז מיר מוזן אפריער אָנגליען די מעטאלן, אז זיי זאָלן אויף אזא אופן ווירקן. מיט איין וואָרט, — מען דארף עפּעס אריינטאָן אין עסק, און ערשט דערויף

זעט מען דעם רעזולטאט. גאַר אנדערש איז עס מיטן ראדיום. ראדיום טוט אַלץ, וואָס ער איז אימשטאַנד צו טון, אָן יעטוועדער אריינמי־שונג, און ער טוט עס כסדר, אָן אויפהער.

ווייטער, די ערשטע פאָרשער פון ראדיום זענען נשתומם געוואָרן, ווען זיי האָבן זיך איבערצייגט, אַז די קלענסטע סכומים ראדיום, מיט וועלכע זיי האָבן געארבעט, האָבן גאָר נישט אָנגעוואָרן זייער וואָג און האָבן גאָר נישט געמינערט זייער קראַפט אין פאַרלויף פון מאָנאַטן און יאָרן. נאָך איינס האָבן זיי ארויסגעפונען, וואָס איז ביז דעמאָלט נישט געווען באַקאַנט אין דער וועלט פון פיזיק און כעמיע. זיי האָבן זיך איבער־צייגט, אַז די פּראָצעסן, וועלכע קומען פאָר מיטן ראדיום, זענען אין־גאַנצן נישט אָפּהענגיק פון אונז און פון די ווירקונג־מיטלען, וועלכע מיר געברויכן אין אונזערע לאַבאָראַטאָריעס און פאַבריקן. דעם ראדיום אַרט נישט קיין שום זאַך. איר מעגט אים אָפּקילן ביז צו קלענסטע טעמפּעראַטורן, איר מעגט אים אריינטון אין פליסיקע לופט, אָדער איר מעגט אים פאַרקערט אַנוואַרימען ביז צום גליען, איר מעגט ווירקן אויף אים מיט די שטאַרקסטע כעמישע שטאָפן אָדער אויספּרוּוון אויף אים די גרעסטע דרוקן, — אין אַלע פאַלן וועט ער טון זיין זאַך, ווי עס וואָלט גאָר נישט געשען מיט אים. דעסגלייכן איז אַלץ איינס, צי איר נעמט ריינעם ראדיום, די ראדיום אָדער אַ זאַלץ פון ראדיום, די שטראַלנדיקע ווירקונג בלייבט ווידער אין אַלע פאַלן די זעלביקע. דאָס אַלץ האָט בולט ארויסגעוויזן דעם עיקר־אונטערשייד צווישן די שטראַלנדיקע און פּשוטע שטאָפן. פּשוטע שטאָפן קענען ערשט ביי געוויסע באַדינגונגען און אָנשטרענגונגען געבראַכט ווערן דערצו, אַז זיי זאָלן ארויסגעבן פון זיך די אָדער יענע שטראַלן, זייער שטראַלונג איז זיי אָנגעבונדן פון דרויסן ווי אַ אויסנאַם־צושטאַנד און דויערט בלויז אַזוי לאַנג, ווי עס דויערן די אויסנאַם־באַדינגונגען, ביי די שטראַלנדיקע שטאָפן געהערט די שטראַלונג צו זייער נאַטור, זי איז צונויפגעבונדן מיט זייער עצם עקזיסטענץ!

פאַראיינס מיט ראדיום איז דורך מאַריאַ קיורי אַנטדעקט געוואָרן אַ צווייטער שטראַלנדיקער שטאָף, וועלכן זי האָט אָנגערופן „פּאָלאָ־ניום" לכבוד איר פאָטערלאַנד. אין גיכן האָט מען אַנטדעקט אַנדערע אַזעלכע שטאָפן. עס איז אויך פעסטגעשטעלט געוואָרן, אַז ראדיום איז אַ מין קלעפּיקער שטאָף. אַלע געגנשטאַנדן און שטאָפן, וועלכע קומען אין באַרירונג מיט ראדיום אָדער באַטשבי געפונען זיך נאָענט צו אים, ווערן אַזוי צו זאָגן אָנגעשטעקט פון אים און פאַרוואַנדלען זיך צייט־ווייליק — אין שוואַכע שטראַלנדיקע שטאָפן. דאָס איז ווידער געווען

עפּעס אומגעוויינלעכעס. עס האָט זיך געפֿאָדערט אַ סך שאַרפֿזיניקייט, אום צו דערגיין, וואָס שטעקט הינטער די אַלע נסים. פֿריער פֿון אַלץ האָט זיך געפֿאָדערט אַ גוואַלדיקע אַרבעט פֿון עקספּערימענטן מיט די שטראַלנדיקע שטאָפֿן. די עקספּערימענטן האָבן סוף כּל סוף אַנטפּלעקט דעם סוד. און פֿריער פֿאַר אַלץ איז אויפֿגעקלערט געוואָרן דער באַשטאַנד פֿון די שטראַלן, וועלכע עס שיקן אַרויס פֿון זיך ראַדיום און די ענלעכע שטאָפֿן.

4

איידער מיר וועלן איבערגיין צו די ווייטערדיקע באַטראַכטונגען, מוז קומען אַ שטיקל פֿאַרטייטשונג פֿון אונזערע טערמינען. דער לעזער ווערט געבעטן צו געדענקען און צו נעמען אין אַכט, אַז „ראַדיום" און „ראַדיאָ" זענען צוויי גרונט-פֿאַרשיידענע זאַכן. „ראַדיאָ" באַדייט דער אָנדראָטיקער טעלעגראַף און טעלעפֿאָן. דער נאָמען שטאַמט פֿון לאַטייניש „ראַדיוס" — שטראַל, און פֿון דעם זעלביקן שורש שטאַמט אויך דער נאָמען „ראַדיום". אָבער די ראַדיום-שטראַלן האָבן קיין שייכות נישט צו די שטראַלן און כוואַליעס פֿון ראַדיאָ-טעלעגראַף. אַ דאַנק זייער שטראַלן, ווערן אַלע ענלעכע צו ראַדיום שטאָפֿן אין דער וויסנשאַפֿט אָנגערופֿן ראַדיאָ-אַקטיווע שטאָפֿן. כּדי אויסצומיידן מיספֿאַרשטענדענישן, וועלן מיר בעסער געברויכן די פּשוטערע באַצייכענונג „שטראַלנדיקע שטאָפֿן". (אַזוי זאָגן אויך די פּאָליאַקן — פּראָמיעניאָטוורטשאָסט אַנשטאָט ראַדיאָ-אַקטיוויקייט) און איצט צו דער זאַך.

די שטראַלנדיקע שטאָפֿן גיבן אַרויס פֿון זיך דרייערליי מינים שטראַלן. די שטראַלן פֿון דעם ערשטן מין באַשטייען פֿון שטראָמען געשווינדע טיילכעלעך, וועלכע זענען אָנגעלאָדן מיט פּאָזיטיווע עלעקטריע. דער צווייטער מין שטראַלן איז געבילדעט דורך געשווינד לויפֿנדיקע עלעקטראָנען, ד. ה. טיילכעלעך פֿון נעגאַטיווע עלעקטריע. די ביידע מינים שטראַלן זענען ממשותדיקע שטראַלן, ממשותדיקע אין דעם זין, וואָס מ׳קען קען אויף זיי ווירקן, מ׳קען זיי קירעווען. מיטן אויג קען מען זיי נישט אויפֿכאַפּן, אויך קען מען זיי נישט אָננעמען מיט דער האַנט און אויב מ׳וויל זיי קירעווען, מוז מען אָנקומען צום עלעקטרישן שטראָם. אונטער דער ווירקונג פֿון אַ צוגעפּאַסטן שטראָם ווערן די שטראַלן פֿון די ביידע מינים אויסגעקרימט, איינע פֿאַרקירעוועט אין איין זייט, די אַנדערע — אין דער פֿאַרקערטער ריכטונג. דער דריטער מין שטראַלן איז נישט געגליכן צו די אָפּגערעדטע באַשריבענע 2 מינים. ער איז פֿאַר-

קערט אין אלע באציונגען ענלעך צו רענטגען-שטראלן. די דאזיקע
שטראלן, א-לא-רענטגען, בייטן נישט זייער ריכטונג אונטער דער
ווירקונג פון עלעקטרישן שטראם, דערפאר איז מען א דאנק דער וויר-
קונג פון עלעקטרישע שטראמען דערגאנגען, אז די שטראלונג פון רא-
דיום באשטייט פון דריי טיילן. די שטראלן פון ערשטן מין האט מען
גענויער אונטערזוכט און מען האט זיך איבערצייגט, אז דאס זענען
נישט מער און נישט ווייניקער זוי טיילכעלעך פון דעם שטאף העליום
(דאס איז אונזערער אן אלטער באקאנטער, מיר האבן אים דערמאנט
אין קאפיטל 4, ביים באשטימען דעם עלטער פון דער ערד, ווי אויך צום
סוף פון קאפיטל 6).

אין אנפאנג האט מען געמיינט, אז יעדער שטראלנדיקער שטאף
שיקט ארויס פון זיך אלע דריי מינים שטראלן. ווען מען האט זיך גע-
נומען גריבלען איז מען דערגאנגען א נאך מערקווירדיקערע זאך. די
שטראלנדיקע שטאפן בלייבן נישט באשטענדיק, זיי ווערן כסדר פאר-
וואנדלט טיילווייז אין אנדערע שטאפן, און דאס וואס מען האט אנגע-
נומען פאר איין שטאף איז אין דער ווירקלעכקייט א געמיש פון אלער-
ליי שטראלנדיקע שטאפן. איינע פון זיי שיקן ארויס פון זיך די העל-
יום שטראלן, אנדערע שטראלן אויס עלעקטראנען-שטראלן און אט די
לעצטע ווערן צו מיינסט באגלייט דורך א שטראלונג פון דריטן מין. אין
א לאבאראטאריע קען מען למשל ווייזן, ווי אזוי דער ריינער עלעמענט
„ראחיום" שיקט ארויס העליום-שטראלן און פארוואנדלט זיך דערביי
טיילווייז אין א שטראלנדיקן גאז, וועלכער הייסט „חאדיום-עמא-
נאציע". דער דאזיקער גאז איז זייער נישט קיין באשטענדיקער און מאכט
זייער גיך דורך ווייטערדיקע גלגולים. ראחיום אליין איז נישט דער
עלטעסטער אין דער פאמיליע, דער יחוס-בריוו פון די שטראלנדיקע
שטאפן הויבט זיך אן נישט מיט אים נאר מיט דעם שטאף אוראן.

אוראן איז דער עלטער-עלטער-זיידע פון ראדיום. ער פארמאגט א
שוואכע שטראלונג און פארוואנדלט זיך טיילווייז אין א שטאף, וואס
איז נישט באקאנט דעם ברייטן עולם, ווארום מען נוצט אים נישט אין
דער פראקטיק. ערשט איינער פון די שפעטערדיקע גלידער אין דער
משפחה איז ראדיום. פון ראדיום שטאמט דירעקט דער שטראלנדיקער
גאז עמאנאציע, דער גאז ווידער פארוואנדלט זיך אין פעסטע שטראלנ-
דיקע שטאפן, און דאס איז די דערקלערונג, פארוואס ראדיום איז „אנ-
שטעקענד". אלץ, וואס קומט אין בארירונג מיט ראדיום, ווערט כא-
דעקט מיט די קינדער און אייניקלעך פון דער עמאנאציע. זיי אלע האבן
נישט קיין אריכת-ימים, זיי לעבן אלע א קורצע ווײלע און געבוירן פון

זיך דעם שטאָף פּאָלאָניום. דאָס איז דער לעצטער יחסן אין דער משפּחה. פּאָלאָניום שטראַלט אויך, און דערביי פאַרוואַנדלט ער זיך אין אַ געמיינעם שטאָף, אין אַ געוויסן סאָרט בליי און דער יחוס־בריוו ווערט איבערגעריסן.

שפּעטער איז דערוויזן געוואָרן, אַז אַ חוץ דער אוראַן־משפּחה זענען פאַראַן נאָך צוויי פאַמיליעס שטראַלנדיקע שטאָפן: די משפּחה פון אַקטיניום (לויט די נייע פאָרשונגען איז דאָס אַ שוועסטערקינד פון אוראַן) און די משפּחה פון טאָריום. די לעצטע האָט באַקומען אַ פּראַקטישע באַדייטונג אַ דאַנק דעם, וואָס איין גליד אירער מעזאָטאָריום קאָן אין פיל פאַלן פּראַקטיש פאַרבייטן ראַדיום און די מעלה זיינע איז, וואָס ער איז נישט אַזוי זעלטן און בכן אַ סך ביליקער פון ראַדיום.

עס איז גאָר נישט לייכט אָנגעקומען צו דערגיין די אַלע באַציאונגען פון קרובהשאַפט ביי די שטראַלנדיקע שטאָפן. די גרעסטע שוועריקייט איז באַשטאַנען דערין, וואָס אַ סך ראַדיאָ־אַקטיווע שטאָפן פאַרוואַנדלען זיך אין אַנדערע מיט אַזאַ גרויסער געשווינדקייט, אַז ווי נאָר זיי ווערן געבילדעט, קומט באַלד אַ סוף צו זייער קיום. ביי אַנדערע ווידער, ווי ביי ראַדיום איז די צרה אַן אַנדערע. זיי פאַרוואַנדלען זיך אַזוי פּאַמעלעך, אַז קוים וואָס מען באַמערקט עס. מען האָט געמוזט אויפבויען ספּעציעלע אַפּאַראַטן און אָנווענדן פיל טאַלענט און שאַרפזיניקייט, ביז וואַנען מ'האָט ביינעקומען אַלע שוועריקייטן און אַרויסגעפונען די אמתע נאַטור פון די גלגולים. דערפאַר האָט מען ביי היינטיקן טאָג באַזייטיקט אַלע ספקות און מ'האָט זיך אויף זיכער איבערציינגט, אַז די פאַרוואַנדלונגען קומען ווירקלעך פאָר. די בעסטע ראיה דערויף איז, וואָס מען איז דערגאַנגען זייער געזעץ. דאָס געזעץ פון די פאַרוואַנדלונגען איז זייער אַ איינפאַכער: פון יעטוועדער שטראַלנדיקן שטאָף צעפאַלט אין משך פון אַ באַשטימטער צייט אַ גענוי באַשטימטער פּראָצענט פון דעם סכום, און אַזוי אַרום האָט יעטוועדער שטאָף פון דער נאַטור זיין גענוי־באַשטימטע צעפאַלונגס־געשווינדקייט. ראַדיום למשל איז לאַנגלעביק, עס געדויערט 1730 יאָר, ביז 50 פּראָצענט פון אים צעפאַלט און פאַרוואַנדלט זיך אין גאַז. דער דאָזיקער גאַז געהערט צו די קורצלעביקע שטאָפן, פון אים ווערט 50 פּראָצ. צעפאַלן אין קנאַפּע 4 טעג, און די פּעסטע שטאָפן, וועלכע ווערן פון אים געבוירן, זענען נאָך קורצלעביקער. דאַקעגן דער עלטער זיידע, דער אוראַן, איז לויט אונזערע מענטשלעכע מאָסן שיער נישט אייביק. ער פאַרוואַנדלט זיך מאַיעסטעטיש פּאַמעלעך, עס פאָדערט זיך טויזנט מיליאָן יאָר, כדי 50 פּר. פון אוראַן זאָל דורכמאַכן די נאַטירלעכע פאַרוואַנדלונג.

עס קאָן זיך דוכטן, אז די שטענדיקע פאַרוואַנדלונג שאַפט אַ כאַאָס, אַ תהו-ובהו אין די באַציאונגען פון די שטראַלנדיקע שטאָפן צווישן זיך. אין דער ווירקלעכקייט איז דאָ פאַראַן אַ מוסטער גילטיקע אָרדענונג. — אַ מין באַוועגלעכע גלייכגעוויכט, לאָמיר מיט אַ ביישפּיל אויפקלערן, וואָס דאָס איז אַזוינס: לאָמיר זיך פאָרשטעלן אַזאַ מין איינאָרדנונג פון דער וואַסערלייטונג אין אַ גרויס-שטאָט: די איינוואוינער באַקומען וואַסער פון אַ רעזערוואַר, וועלכער איז געבויט אַזוי, אַז אין פאַרלויף פון אַ שעה גיסט זיך אויס פון אים 15 פּראָצענט פון זיין וואַסער-אינהאַלט. פון דער אַנדער זייט גיסט זיך אַריין אין רעזערוואַר 1000 עמער וואַסער אַ שעה. עס איז לייכט צו מאַכן אַ חשבון, אַז זינט אין רעזערוואַר האָט זיך אָנגעזאַמלט 6667 עמער וואַסער, מוז זיך איינשטעלן אין אים אַ גלייכגעוויכט: אין משך פון יעטוועדער שעה וועט אין רעזערוואַר אַריין 1000 עמער וואַסער און פּונקט אַזוי פיל וועט זיך אויסגיסן, ווײַל 15 פּראָצ. פון 6667 באַטרעפט אַקוראַט 1000 עמער. דאָס וואַסער וועט זיך בייטן, אָבער דער סכום וואַסער וועט בלייבן אין רעזערוואַר שטענדיק דער זעלביקער. אָט דאָס הייסט „באַוועגלעכע גלייכגעוויכט". און פּונקט אַזוי האַלט עס מיט יעדער שטראַלנדיקן שטאָף: אין דער נאַטור האָט זיך איינגעשטעלט אַ צושטאַנד, אַ ווי־פיל, למשל, ראַדיום עס פאַרוואַנדלט זיך און גייט איבער אין די ייִנגערע דורות, איז פּונקט אַזוי פיל ווערט פונדאַסניי געשאַפן פון זיינע טאַטעס און זיידעס. אַריינמישן זיך אין דעם ענין, פאַרגיכערן אָדער פאַרלאַנגזאַמען די אַנטוויקלונג, — דאָס זענען מיר נישט אימשטאַנד. מיר קאָנען בלויז ריין מעכאַניש אָפּשיידן די קינדער פון די טאַטעס. למשל, דעם ראַדיום פון אוראַן, און אויך ביי ראַדיום קאָנען מיר אָפּזונדערן זיינע קינדער פון אים אַליין. דאָס איז, ספּעציעל אין פאַל מיטן ראַדיום, אַ קאָמפּליצירטע געשיכטע. אין טוויזנט טאָן אוראַן-ערץ געפינט זיך פון צוויי ביז פיר גראַם ראַדיום, און די אוראַן-ערצן גופא זענען אַ זעלטנהייט. אַ צייט לאַנג איז יאַאַכימסטאַל (אין עסטרייך, איצט אין טשעכאָסלאָוואַקיע) געווען דער איינציקער אָרט, וווּ מע האָט געגראָבן די דאָזיקע ערצן, און אין משך פון אַ יאָר פלעגט מען דאָרטן באַוויזן צו פּראָדוצירן העכסטנס 2 גראַם ראַדיום. אַרום יאָר 1911 האָט מען גענומען אויסאַרבעטן ראַדיום אין די פאַראייניקטע שטאַטן פון אַמעריקע, וווּ מע האָט אין שטאַט קאָלאָראַדאָ אַנטדעקט די רייכסטע ראַדיום ערצן פון דער ערד. שפּעטער האָט מען געפונען נאָך ענלעכע ערצן, און איצט באַזיצט די וועלט אַרום 300 גראַם פּאַרטיקן ראַדיום, און יערלעך קומט צו נאָך עטלעכע צענדליק גראַם (ריינער ראַדיום איז אַ מעטאַל, מען פּאַב-

ריצירט אים ווי א זאלץ, א פארבינדונג מיט בראָם א. דאָסגל.).

פרעגט זיך איצט, צי מען נוצט שטראַלנדיקע שטאָפן אין פּראַקטישן לעבן? קודם כל ווערן זיי געברויכט אין דער מעדיצין. די שטראַלנדיקע שטאָפן ווירקן בערך ווי רענטגען-שטראַלן, און מיט זיי האַלט עס ווי מיט א סך מעדיצינישע מיטלען: אין א קליינער דאָזע ווירקן זיי גינסטיק אויף די לעבעדיקע געוועבן און אין א שטאַרקער דאָזע איז זייער ווירקונג א שעדלעכע און קען אפילו טויטן דאָס לעבעדיקע געוועב. שטאַרקע דאָזעס ראַדיום ווערן אָנגעווענדט אויף צו קורירן ראַק און אַנדערע געשוואָלסטן; די ראַדיום-שטראַלן דאַרפן טויטן דאָס קראַנקע געוועב און אזוי אַרום אויסהיילן די קראַנקהייט. שוואַכע דאָזעס נוצט מען פאַרקערט אויף צו באַלעבן דעם באַשעדיקטן אָרגאַניזם, צו פאַרבעסערן די בלוט-צירקוליאַציע. דערצו טרינקט מען מינעראַל-וואַסערן, וועלכע אַנטהאַלטן גאַר שוואַכע סכומים גאַזיקע שטראַלנדיקע שטאָפן, מען מאַכט אינהאַליאַציעס (איינאָטעמונגען) פון אַזוינע וואַסערן אָדער פון ראַדיום-גאַזן און דאָסגלייכן. אין מעדיצינישע פראַגן וועלן מיר זיך נישט אַריינלאָזן. אונז אינטערעסירט אַן אַנדער זאַך. ווי באַלד די שטראַלנדיקע שטאָפן שיקן אַרויס פון זיך שטראַלן, וואָס באַשטייען פון נוואַלדיק געשווינדע טײלכעלעך, מוז אין די דאָזיקע שטאָפן זיין פאַרבאַהאַלטן עפּעס א קראַפט, וואָס באַשענקט די טײלכעלעך מיט דער דאָזיקער געשווינדקייט. טאָ איז פאַראַן אפשר א מעגלעכקייט אויסצונוצן אָט די קראַפט, אָט די ענערגיע?

כדי צו ענטפערן דערויף מוזן מיר זיך פאַרטיפן אין דער טעאָריע פון די שטראַלנדיקע שטאָפן, און אָנהייבן מוזן מיר די טעאָרעטישע באַטראַכטונגען פון דערווייטנס. מיר מוזן זען ווי האָט עס געהאַלטן מיט דער כעמיע איידער עס איז אויפגעקומען ראַדיום, אַנדערש וועלן מיר נישט פאַרשטיין די חידושים, צו וועלכע עס האָט געבראַכט די קענטשאַפט פון די שטראַלנדיקע שטאָפן.

2.

אין ערשטן קאַפּיטל (זייט 8 — 9) האָבן מיר גערעדט וועגן כעמישע עלעמענטן און מיר האָבן אויסגעפירט, אַז אין די 92 פאַרשיידענע עלעמענטן פאַרמאָגט די נאַטור די גלייכע צאָל פאַרשיידענע מינים ציגלשטיינער, פון וועלכע עס איז אויסגעבויט אַלץ אַרום אונז. וואָרום יעדער עלעמענט באַשטייט פון קלענסטע טײלכעלעך, אַטאָמען. די אַטאָמען פון יעדער עלעמענט זענען אַלע גלייך צווישן זיך, אַטאָמען פון פאַר-

שיידענע עלעמענטן זענען פארשיידן. היות ווי עס זענען פאראן לייכ־טערע און שווערערע עלעמענטן. זענען צווישן די אטאמען פאראן לייכטערע און שווערערע. די כעמיע האט געלערנט, אז צו יעדער עלע־מענט געהערן אטאמען מיט א באזונדער געוויכט, און דערפאר האט מען די אטאמען אונטערשיידט טאקע לויט דעם געוויכט, און אום צו פאר־לייכטערן דעם חשבון, האט מען אלע עלעמענטן פארגליכן מיט לייכטסטן צווישן זיי, מיט וואסערשטאף. זיין געוויכט האט מען באַ־צייכנט מיט 1, און דערויף האט מען בארעכנט, אז דער אטאם־געוויכט פון העליום, למשל, באטרעפט 4, פון קוילנשטאף 12, פון זויערשטאף 16 א. א. וו. אזוי האט געלערנט די כעמיע און נאך מערער האט זי גע־וווסט צו דערציילן מכוח די עלעמענטן. דער וויסנשאפטלעכער גע־דאנק האט זיך נישט געקאנט בארויקן דערויף, אז עס זאלן זיין אזוי פיל גאר פארשיידענע מינים אטאמען און עס זאל צווישן זיי גאר קיין קרובשאפט נישט עקזיסטירן. מען האט געפארשט ווייטער, און אין די 1860 יארן, האט דער בארימטער רוסישער כעמיקער מענדעלעיעוו אנט־דעקט די געזוכטע קרובשאפט. עס האט זיך ארויסגעוויזן, אז אויב מען שטעלט פאנאנדער די עלעמענטן לויט זייער אטאם־געוויכט, אנגעהויבן פון די לייכטערע און אויסלאזנדיק מיט די שווערערע, באמערקט מען אין דער דאזיקער ריי א וואונדערלעכע געזעצמעסיקייט: ביים אריבערגיין פון ערשטן עלעמענט צום צווייטן, דריטן און אזוי ווייטער, זעט מען, ווי אלע אייגנשאפטן פון די עלעמענטן בייטן זיך בהדרגה פון איין עלעמענט צום צווייטן, אזוי גייט ער פאמעלעך אין דער ריי, ביז וואַ־נען עס קומט נישט אויס צו מאכן א שפרונג, מען שטויסט זיך אן אויף אן עלעמענט, וועלכער איז פונקט דער היפוך פון דעם פאר־לעצטן, אויף אן עלעמענט, וועלכער איז אין אלע באציונגען געגליכן צום אנפאנג עלעמענט. נאך אים הויבט זיך אן דאס שפיל פון דאסניי, ווידער בייטן זיך בהדרגה אלע כעמישע אייגנשאפטן פון די עלעמענטן, ביז וואנען, מען שטויסט זיך נישט אן צום צווייטן מאל אויף אן עלעמענט, וועלכער איז ענלעך צום ערשטן, און אזוי חזרט זיך דאס איבער עטלעכע מאל. מיר האבן שוין דערמאנט דעם עלעמענט העליום. דער דאזיקער גאז גע־הערט צו די יחסנים אין דער כעמישער וועלט, ער פארבינדט זיך נישט מיט קיין שום אנדער עלעמענט, ער באשטייט בלויז אליין פאר זיך. נאך אים גייט אין דער ריי דער מעטאל ליטיום (אטאם־געוויכט 9) אן אויסגעשפראכענער מעטאל, פון די אזוי גערופענע לויג־מעטאלן; ווייטער גייען בעריליום, שוין נישט אזא עקסטער פארשטייער פון די מע־טאלן; באר, א נאך שוואכערער מעטאל, קוילנשטאף, אן עלעמענט נישט־

מיר, נישט-חיר, מחמת איז כמה פרטים געגליכן צו מעטאַלן, און אין במה פרטים איז ער דער היפוך פון זיי; שטיק-שטאָף, שוין זיכער אַ נישט-מעטאַל, זויערשטאָף און פלואָר, דער לעצטער און עכטער נישט מעטאַל. אין אַלע הינזיכטן דער היפך פון מעטאַלן. דאָ קומט דער שפרונג: נאָך פלואָר (אַטאָם-געוויכט 19) שטייט נעאָן (אַטאָם-געוויכט 20) פונקט אַזאַ יחסן ווי העליום, נאָך אים גייען דער אויסגעשפּראָכענער לויג-מעטאַל נאַטריום, די שוואַכערע מעטאַלן און אַזוי ווייטער. ביז צום עכטן נישט-מעטאַל כלאָר, וואָס נאָך אים קומט אַ צווייטער מיטגליד פון דער העליום משפּחה, אַרגאָן, נאָך אים קאַליום, דער עכטער מעטאַל א. א. וו. דער טייל פון דער גאַנצער ריי בעמישע עלעמענטן פון העליום ביז פלואָר אָדער פון נעאָן ביז כלאָר, ווערט אָנגערופן פּעריאָד. די גאַנצע ריי כעמישע עלעמענטן, הייסט עס, שטעלט פאָר מיט זיך אַ כסדרדיקע איבערחזורונג פון די פּעריאָדן. אַנדערש און דייטלעכער קאָן מען אויס-טייטשן די זאַך אָט ווי אַזוי: די ערשטע עלעמענטן פון אַלע פּעריאָדן זענען געגליכן צווישן זיך, דאָסגלייכן די צווייטע, די דריטע און אַזוי ווייטער. די ערשטע עלעמענטן מיט דעם העליום בראש בילדן אַ נאַ-טירלעכע כעמישע משפּחה, אָדער „גרופּע״, די „גרופּע איידעלע גאַזן״, ווי מען רופט זיי אין דער וויסנשאַפט. די צווייטע עלעמענטן, וואָס זייער פאָרשטייער איז ליטיום בילדן אויך אַ גרופּע, די „גרופּע פון די לויג-מעטאַלן״, דאָסגלייכן די דריטע עלעמענטן פון אַלע פּעריאָדן בילדן אַ גרופּע און אַזוי ווייטער, ביז צו די אַכטע עלעמענטן, וועלכע שטעלן פאָר די „גרופּע פון די עכטע נישט-מעטאַלן״ (צו דער דאָזיקער גרופּע געהערן די עלעמענטן בראָם און יאָד, וועלכע שפּילן אַזאַ ראָלע אין דער מעדיצין). די „פּעריאָדישע סיסטעם פון די כעמישע עלעמענטן״ האָט פון איר זייט ווייטער געשטויסן דעם וויסנשאַפטלעכן געדאַנק, פון וואַנען נעמט זיך אַזאַ מערקווירדיקע געזעצמעסיקייט? פאַרוואָס עפּעס ווערט זי אַנטפּלעקט ערשט דאַמאָלסט, ווען מען נעמט אין באַטראַכט די אַטאָם-געוויכטן? צי איז נישט מחייב דער שכל, אַז די עלעמענטן זענען גאָר נישט אַזוי פרעמד צווישן זיך, ווימאַלד עס גילט דאָס פּער-יאָדישע געזעץ, און אפשר איז גאָר אַ סברה, אַז די אַטאָמען זענען געבויט אַלע פון איין און דעם זעלביקן בראשית-שטאָף? מע האָט נישט געקאַרגט קיין מי און קיין טרחה, אום צו אויפדעקן דעם סוד פון דער נאַטור, נאָר אַלץ איז געווען אומזיסט. וואָס פאַר אַ כחות האָט מען נישט אָנגעווענדעט, צו וואָס פאַר אַ פּראָצעסן פון איבערבויען די שטאָפן איז מען נישט אָנגעקומען, איז דער פּועל יוצא שטענדיק גע-ווען דער זעלביקער, אויף ניין. מען האָט צולייגט די צוזאַמענגעזעצטע

שטאָפּן, אָבער קיין איין כעמישן עלעמענט האָט נישט אָפּגעגליקט צו־צעלייגן און א פּשיטא שוין, אַז קיינער האָט נישט פאַרמאָגט צו פאַרוואַנדלען איין עלעמענט אין אַ צווייטן. אין קורצע ווערטער: די פיזיק און די כעמיע האָבן זיך אויפגעבויט אויף דעם כלל גדול, אַז די כעמישע עלעמענטן לאָזן זיך נישט צעשטערן, אַז זיי בלייבן שטענדיק דערהאַלטן, ביז עס איז געקומען די קענטשאַפט פון די ראַדיאָ־אַקטיווע דערשיינונגען און האָט אויף אַ רעוואָלוציאָנערן שטייגער געמאַכט צונישט דעם דאָזיקן פונדאַמענט פון דער נאַטורוויסנשאַפט.

6

ווען די געלערנטע האָבן געפּרוּווט זיך פאָרשטעלן בילדלעך די פאַרוואַנדלונגען פון די שטראַלנדיקע שטאָפן, האָבן זיי געזען אַזאַ בילד: אין דעם שטראַלנדיקן שטאָף קומען פאָר כסדר שטילע אויפרייסן און עס ווערן אויסגעשאָסן מיט גרויס געשווינדקייט טיילכעלעך העליום און עלעקטראָנען. דאָס בילד איז אָבער נישט געווען צוגעפּאַסט אַהער אָט צוליב וואָס. ווען מען צינדט אָן אַ געוויינלעכן אויפרייס־שטאָף און עס קומט פאָר דער אויפרייס, איז מען די זאַך מסביר אַזוי: די מאָלעקולן פון דעם אויפרייס שטאָף צעפאַלן אונטער דער ווירקונג פון דער היץ אויף זייערע באַשטאַנד־טיילן, ד.ה. אויף די אַטאָמען. אַ שטראַלנדיקער שטאָף אָבער דעם איז אַ כעמישער עלעמענט, דערין האָט מען זיך איבערצייגט אויף זיכער, וואָס־זשע צעפאַלט אין אים? נישט אַנדערש, אַז עס קומט פאָר אַ שפּאַלטונג פון די אַ ט אָ מ ע ן! אַזאַ דערקלערונג האָבן אין יאָר 1903 פאָרגעלייגט צוויי ענגלישע געלערנטע רעסזערפאָרד און סאָדי. מען האָט געדאַרפט האָבן מוט אויף אַרויסצוגיין מיט אַזאַ טעאָריע, וואָרום זי האָט סותר־געווען דעם כלל־גדול וועגן דער באַשטענדיקייט פון די כעמישע עלעמענטן. אַ לאַנגע צייט האָט מען פון אַזאַ טעאָריע נישט געוואָלט הערן, מ'האָט זיך פעסט געהאַלטן אָן די אַלטע כללים, ביז וואַנען די וויסנשאַפטלעכע רעוואָלוציע האָט פאַרט גענומען די אויבערהאַנט. די נייע פאַקטן האָבן נישט געלאָזט קיין אַנדער אויסוועג, ווי אָנצוערקענען, אַז די עלעמענטן זענען נישט באַשטענדיק, אַז זייערע אַטאָמען באַשטייען אויך פון טיילן. וואָס זענען דאָס פאַר אַ באַשטאַנדטיילן? ווידער גיבן אונז דעם ענטפער די שטראַלנדיקע שטאָפן. מיר ווייסן, אַז די דאָזיקע שטאָפן גיבן אַרויס פון זיך פּאָזיטיווע און נעגאַטיווע עלעקטריע און אַז די שטראָמען נעגאַטיווע עלעקטריע באַשטייען פון עלעקטראָנען. בכן קומען מיר צו דעם

אויספיר, אז א אטאם פון א ראדיא־אקטיוון שטאף אנטהאלט אין זיך פאזיטיווע און נעגאטיווע עלעקטריע. דער אויסערסט קליינער אטאם שטעלט זיך פלוצלונג ארויס פאר א גאנצער וועלט! עס איז זיך שווער צוגעוויינען צו אזא געדאנק; אזוי ואויסטערליש קומט אונז אויס די זאך אין פלוג. אבער א גאנצע ריי פאקטן אויף אנדערע געביטן פון פיזיק האבן באשטעטיקט אזא פארשטעלונג מכח די אטאמען, און זיי זאגן עדות דערויף, אז די אטאמען פון די שטראלנדיקע עלעמענטן זענען נישט קיין יוצא מן הכלל; אלע אטאמען, די אטאמען פון אלע עלעמענטן אנטהאלטן אין זיך פאזיטיווע עלעקטרישע לאדונג און נעגאטיווע עלעקטראנען.

עס איז געשאפן געווארן א נייער און אריגינעלער צווייג פון דער וויסנשאפט: די אטאם־פיזיק, וועלכע זוכט און פארשט, ווי אזוי זענען געבויט די אטאמען. זי האט שוין געבראכט צו א סך רעזולטאטן און מיר וועלן זיך דא אפשטעלן בלויז אויף איין פרט. דער אויפמערקזאמער לעזער איז מסתמא שטיין געבליבן אין ספק איבער אונזער דערקלערונג, אז א אטאם באשטייט פון פאזיטיווע און נעגאטיווע עלעקטריע. עס איז דאך ידוע, אז נעגאטיווע און פאזיטיווע עלעקטריע האבן א שטרעבונג זיך צו דערנענטערן איינע צו דער אנדערער און אז ווי נאר זיי טרעפן זיך, גלייכן זיי זיך אויס; ווי אזוי־זשע קאנען אין אטאם עקזיסטירןביידע סארטן עלעקטריע און זיך נישט צונויפגיסן? דער ענטפער איז, אז דא קומט פאר דאסזעלביקע, וואס מיט דער זון און מיט די פלאנעטן, — די זון ציט צו צו זיך אלע פלאנעטן, און זיי וואלטן אלע לאנג שוין צוגעצויגן געווארן צו דער זון, ווען זיי וואלטן זיך נישט געדרייט ארום איר. דאסזעלביקע איז מיט דעם אטאם: די עלעקטראנען פון יעדער אטאם דרייען זיך ארום דער פאזיטיווער עלעקטריע, וועלכע איז פאראייניקט אין איין צענטער, אין דעם „קערנדל" פון אטאם, דערפאר פאלן זיי נישט ארויף אויף דעם קערנדל, און דער אטאם בלייבט באשטיין ווי א מין אומבאשרייבלעך קליינטשקע זון מיט פלאנעטן־עלעקטראנען. די אטאם־פיזיק גיט זיך אפ מיט אויספארשן, ערשטנס, די דרייאונגען פון די עלעקטראנען ארום דעם קערנדל פון דעם אטאם, און, צווייטנס, די באשאפנקייט פון דעם קערנדל, וואס אין אים זיצט, אזוי־צו־זאגן די פאזיטיווע עלעקטריע פון אטאם. די אטאם־פיזיק איז מסביר די פארשיידנקייט פון די כעמישע עלעמענטן אזוי, אז דער אטאם פון יעדער עלעמענט האט זיך זיין באזונדער קערנדל מיט זיין באזונדער צאל עלעקטראנען. בשעת די פארוואנדלונגען פון די שטראלנדיקע שכאפן שפאלטן זיך זייערע קערנדלעך און דאס קומט פאר פון זיך

אליין. מיר מענטשן זענען מיט אונזערע טעכנישע און לאבאראטארישע מיטלען נישט אימשטאנד אריינצודרינגען אין אטאם אזוי טיף אזש ביז צו דעם קערנדל, און דערפאר קאנען מיר נישט ווירקן אויף די גלגולים זייערע, נישט זיי פארגיכערן און נישט זיי פארלאנגזאמען. מיט די געוויינלעכע מיטלען קען מען עד-היום נישט אריינדרינגען ביז צום קערנדל פון די אטאמען, נאר די שטרעבונג צו דערגיין, וואס שטעלן מיט זיך פאר די אטאם-קערנדלעך, האט דאך געהאט אן ערפאלג. דער פריער דערמאנטער ענגלענדער רעסזערפארד האט אין יאר 1919 געפונען דעם אויסוועג. ער איז געווען איבערצייגט, אז די קערנדלעך פון די אטאמען זענען נישט פשוט שטיקלעך שטאף, ד. ה. אז זיי זענען געבויט פון נאך איינפאכערע באשטאנד-טיילן. ער איז געווען זיכער, אז עס מוז געלונגען צו שפאלטן די דאזיקע קערנדלעך, אויב מ'זאל נאר אויסנוצן א פאסיקן מיטל. אלס אזא מיטל האט ער געפרווט אויסנוצן די ראדיאאקטיווע שטראלן פון דעם ערשטן מין. מיר ווייסן, אז אט דער מין שטראלן באשטייט פון א שטראם העליום קערנדלעך, אנגעלאדענע מיט פאזיטיווע עלעקטריע. היות ווי די דאזיקע קערנדלעך פליען ארויס פון די שטראלנדיקע שטאפן מיט א געוואלדיקער געשווינדקייט, קאן מען זייער ווירקונג פארגלייכן מיט דער ווירקונג פון א האגל קוילן אדער באמבעס. וואס וועט זיין — האט געפרעגט רעסזערפארד, — אויב מיר וועלן א סכום שטיקשטאף באמבארדירן דורך אזא האגל פון העליום-קערנדלעך? א געוויסע צאל „באמבעס“ מוזן דאך טרעפן אין סאמע מיטן פון די שטיקשטאף-אטאמען און מוזן זיי שפאלטן! ער האט אין זיין לאבאראטאריע געמאכט א פרווו אין דער ריכטונג און דער פרווו האט גלענצנד באשטעטיקט דעם קלוגן איינפאל. דער פרווו האט געוויזן, אז אונטער דער השפעה פון ראדיאאקטיווע שטראלן פארוואנדלט זיך שטיקשטאף טיילווייז אין וואסערשטאף. ענלעכעס איז אין רעסזערפארדס לאבאראטאריע געשען מיט זויערשטאף. אויך דער דאזיקער עלעמענט האט זיך געשפאלטן, און זיינע אטאמען האבן ארויסגעגעבן פון זיך אטאמען פון גאז העליום. איצט מאכט מען אזעלכע עקספערימענטן נישט בלויז אין רעסזערפארדס לאבאראטאריע, דאס ווערט געטון נאך אין אנדערע ערטער. די עקספערימענטן זענען דורכגעפירט געווארן מיט פארשיידענע עלעמענטן און עטלעכע צענדליק פון זיי זענען געשפאלטן געווארן און האבן פון זיך ארויסגעגעבן אטאמען פון וואסערשטאף אדער פון העליום. אויף העליום ווידער איז דא א סברה, אז זיינע אטאמען שטעלן מיט זיך פאר א קאמבינאציע (א צונויפפארונג) פון אטאמען וואסערשטאף. אזוי ארום האלט ביים ווערן פארענטפערט די אורא-

טע פראגע װעגן דעם בראשית־שטאָף. — עס האָלט דערבײ, אַז װאַסערשטאָף זאָל אַנערקענט װערן פאַר דעם אורשטאָף און אורקמאַל פון אַלע כעמישע עלעמענטן.

עס דוכט זיך, אַז װײַבאַלד מיר האָבן זיך אויסגעלערנט צו שפּאַלטן אַטאָמען, האָבן מיר געפונען דעם שליסל צו דער ענערגיע, װאָס שטעקט אינעװייניק אין די אַטאָמען. דאָס האָט זיך אָבער אַרויסגעװיזן נישט אַזױ אײַנפאַך.

7

די ערשטע באַקאַנטשאַפט מיט די שטראַלנדיקע שטאָפן האָט גלײַך אַרויסגערופן אַ גרויסע פאַראינטערעסירונג אין די קרייזן פון די טעכניקער, װאָרום גלייך פון אָנהייב איז געװאָרן פעסטגעשטעלט, אַז די דאָזיקע שטאָפן אַנטהאַלטן אין זיך אַ פולע ענערגיע. דער באַװוסטער פאַכמאַן אויף ראַדיום, דער דערמאָנטער פּראָפעסאָר סאָדי, האָט געמאַכט למשל אַ חשבון, אַז אַ האַלב קילאָ אוראַן אָקסיד האַלט אין זיך אַזױ פיל ענערגיע װי 160 טאָן שטיינקױלן, און אַז די ענערגיע פון איין טאָן אוראַן װאָלט געקענט קלעקן אויף צו באַלייכטן גאַנץ לאָנדאָן אין פאַרלויף פון אַ יאָר צייט. װען איז דאָס אַלץ גערעדט? װען מען װאָלט געקענט מיטאַמאָל אַרויסבאַקומען פון דעם אוראַן זײַן גאַנצע ענערגיע און נישט אויפנעמען זי טראָפּנװייז, װי זי פליסט פון זיך אַליין בײַ דער פּאַמעלעכער פאַרװאַנדלונג פון אוראַן אין ראַדיום.

געלערנטע האָבן זיך דעריבער געקלערט צו געפינען מיטלען דערויף. אגב איז פאַרשפּרייט געװאָרן אַ מיינונג, אַז די שטראַלנדיקע שטאָפן זענען נישט קיין אויסנאַם בנוגע צו ענערגיע, אַז אין די טײלכעלעך פון יעטװעדער שטאָף שטעקן פאַרבאָהאַלטן קאָלאָסאַלע מאַסן ענערגיע, — מען דאַרף בלויז געפינען דעם שליסל צו די דאָזיקע אוצרות.

אין יאָר 1919, װען רעסזערפאָרד האָט אויף דעם באַשריבענעם שטייגער פאַרװאַנדלט איין עלעמענט אין אַ צװייטן, האָט זיך דערװעקט אַ האָפענונג, אַז אָט־אָט באַקומען מיר דעם דאָזיקן שליסל צו זיך אין די הענט אַרײַן, און די סענסאַציע אַרום זײַנע פאָרשונגען איז געװען גװאַלדיק גרויס. דער ברייטער עולם האָט דעמאָלט געלאָזן אויסעראַכט, אַז רעסזערפאָרד האָט אויסגעפירט זײַנע פּרוּװן מיט קאָמפּליצירטע לאַבאָראַטאָרישע אַפּאַראַטן און בײַ ספּעציעלע באַדינגונגען, אַז ער האָט גענומען צו פאַרװאַנדלען גאָר קלייניטשקע סכומים שטראָם, און אַז דער סכום װאַסערשטאָף, װאָס ער האָט באַקומען פון אַזאָט, איז געװען אוּנבאַשרייבלעך קליין און איז דערקענט געװאָרן אַ דאַנק עקסטרע־המצאות.

וועגן דעם האָט זיך נישט פאַרטראַכט דער ברייטער עולם און די צייטונגען זענען פול געווען מיט אויסרעכענונגען וועגן די גליקן, וואָס וועלן אַנטשטיין פאַר דער מענטשהייט פון רעסורפאַרדם אַנטדעקונג. ביז וואַנען עס איז געקומען די אַנטוישונג. עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז מיט רעסורפאַרדם גאַנג קאָן מען טאַקע שפּאַלטן שטאָפן און פאַרוואַנדלען זיי אין אַנדערע, אָבער אַז דאָס קומט פאָר אין אַ אויסערגעוויינלעך קליינעם פאַרנעם און קאָן נישט האָבן קיין פּראַקטישע באַדייטונג, כדי למשל, אַרויסצובאַקומען פון אַלומיניום איין קוביק-מילימעטער וואַסערשטאָף וואָלטן די שטראַלן פון 1 גראַם ראַדיום געדאַרפט ווירקן דריי טויזנט יאָר צייט!! הייסט עס, אַז פּראַקטיש איז אין דער באַציאונג גאָרנישט אויפגעטאָן געוואָרן. אויסער דעם האָבן געלערנטע גענומען צווייפלען, צי האָט מען זיך נישט צוגעאײַלט, ווען מען האָט געפּסקנט, אַז אין אַלע שטאָפן איז פאַרבאַהאַלטן ענערגיע, און צי גילט עס נישט פאַרט אויסשליסלעך פאַר די שטראַלנדיקע שטאָפן. וואָס אָנבאַלאַנגט די לעצטע, האָט זיך דערווייל נישט איינגעגעבן קיין איין פּרווו צו פאַרגיכערן זייער צושפּאַלטונג, כדי קינסטלעך אַרויסצובאַקומען פון זיי ענערגיע. איין טאָן אוראַן פאַרמאָגט טאַקע ענערגיע אויף צו באַלייכטן לאָנדאָן אין משך פון אַ יאָר צייט, נאָר וואָס קומט אונז פּראַקטיש אַרויס דערפון, ווען עס מוז דורערן טויזנט מיליאָן יאָרן, ביז וואַנען די איין טאָן אוראַן וועט פון זיך אַליין אַרויסגעבן איר גאַנצן זאַפּאַס ענערגיע.

פונדעסטוועגן הערט מען נישט אויף אין דער געלערנטער וועלט צו לייגן האָפענונגען אויף די פאַרבאַהאַלטענע ענערגיע פון די שטאָפן. זאָל זיין אַז נישט יאַלע שטאָפן פאַרמאָגן די עשירות, זאָל זיין, אַז דאָס איז אַ פּריווילעגיע פון די שטראַלנדיקע שטאָפן. אויך דעמאָלט לוינט זוכן אַ שליסל צו דעם רייכטום. מען טאָר זיך נישט מיאש זיין פון די ביזאַהעריקע דורכפאַלן, מען טאָר נישט אויפהערן צו זוכן. אויב עס האָט ביז אַהער נישט אָפּגעגאָלטן, אויב מיר האָבן זיך ביז אַהער נישט אויסגעלערנט צו באַפרייען די פאַרבאָרגענע ענערגיעס, איז נישט געדרונגען אַז מיר וועלן עס קיין מאָל נישט דערגרייכן. אדרבא, מען דאַרף ווייטער פאָרשן, מען דאַרף אָן אָן אויפהער ווייטער שטודירן די שטראַלנדיקע שטאָפן און אַריינדרינגען וואָס טיפער אין דעם אינעווייניקסטן געבוי פון די שטאָפן, — פריער אָדער שפּעטער וועט זיך עפענען פאַר אונז די געהיימניש. מיר מוזן ווערן באַלעבאַטים איבער די קאָלאָסאַלע סכומים ענערגיע, און דאָס גאַנצע לעבן אויף דער ערד וועט דעמאָלט אַוועק אין נייע וועגן.

דאָס איז איין ריכטונג. אַקעגן איר איז פאַראַן נאָך אַ צווייטע

ריכטונג. אירע חסידים רופן, פונקט ווי די ערשטע, צו פאָרשונג און שטודירונג, נאָר וועגן די רעזולטאַטן האָבן זיי אַן אַנדער פאָרשטעלונג. זיי זאָגן: די וועלט וועט נישט ווערן הייכער און גליקלעכער דורך דעם אליין, וואָס עס וועלן זיך עפענען נייע קוואלן פון ענערגיע. „די וועלט וואָלט זיך פארוואנדלט אין א פאבריק, — האָט איין איינער פון זיינע רעדעס געזאָגט דער דייטשער כעמיקער פריץ האבער, — די ארבעט וואָלט געוואָרן נאָך מערער מעכאניזירט ווי איצטער, און די אינעווייניקסטע אומצופרידנקייט וואָלט געשטיגן צו דער העכסטער מדרגה!" א נייע טעכנישע תקופה וועט אראָפּקומען ערשט דעמאָלט, ווען מיר וועלן אריינדרינגען אין די סודות פון דער לעבעדיקער נאטור. „מיר האָבן זיך אויסגעלערנט פאנאנדערצונעמען די שטאָפן, וועלכע ווערן געשאפן אין דער נאטור, — האָט געזאָגט דערזעלביקער האבער, — און מיט א וואונדערלעכער קונציקייט האָבן מיר פארשטאנען זי צוריק אויפצובויען פון טייערע באשטאנד-טיילן, נאָר דערביי זענען מיר געגאנגען נישט מיט דעם וועג פון דער נאטור, די כעמיע האָט ווי א כירורג אנאטאָמירט די נאטור-שטאָפן, געשטודירט יעדער באשטאנד-טייל פאר זיך און דערנאָך אזוי קונציק צונויפגעבונדן די טיילן מיט דראָט און העקלעך, אז די קינסטלעך געשאפענע פּראָדוקטן זענען פולקאָם געגליכן צו די נאטירלעכע. אָבער דער וועג פון דער נאטור איז געבליבן פארבאָרגן פאר אונז. די לעבעדיקע נאטור ווייס נישט פון קיין הויכע טעמפעראטורן און פון קיין שטארקע כעמישע שטאָפן, זי האלט זעלטן פון פּראָצעסן, וועלכע פארשלינגען גרויסע סכומים ענערגיע, זי געברויכט א קליינטשקן טייל פון די *) 87 גרונטשטאָפן, וועלכע געפינען זיך אויף דער ערד, און מיט די דאָזיקע באשיידנסטע מיטלען, שאפט זי שפּילנדיק פּראָדוקטן, בשעת מיר טוען אויף דאָסזעלביקע אין א קלענערער מאָס ערשט ביי א געוואלדיקער אָנשטרענגונג און געברויכנדיק די גאנצע כעמישע ארטילעריע. עס איז געווען א געוואלדיקער אויפטו, וואָס מיר האָבן פארמאָגט אויפצובויען די וויכטיקסטע נאטור-פּראָדוקטן, געברויכנדיק דערצו אונזערע גראָבע מעכאניזמען און גייענדיק מיט וועגן, וועלכע זענען פרעמד דער נאטור. איצט איז געקומען די צייט צו דערקלערן און נאָכצומאכן די פיינערע מעכאניזמען, וואָס מיט זייער הילף פּראָדוצירט די נאטור נישט בערך איינפאכער און שענער די כעמישע שטאָפן אין די לאבאָראטאָריעס פון די געוויקסן און בעלי-חיים". דאָס איז א גראנדיעזער פּראָגראם,

*) ווען האבער האָט געשריבן די דאָזיקע ווערטער, איז באקאנט געווען מיט פינף כעמישע עלעמענטן ווייניקער ווי איצטער

און די אויסגאַנג-סטאַציע אויף דעם וועג צו זיין פאַרווירקלעכונג איז ווידער — דאָס טיפערע אַריינדרינגען אין דעם פיינעם געבוי פון די פשוטע שטאָפן, וואָס פון זיי איז געבויט די גאַנצע נאַטור, אי די לעבע-דיקע, אי די טויטע.

אַזוי אַרום קומען זיך ביידע ריכטונגען צונויף אין דער אונטערשטער שורה, צי אין דער ערשטער ריכטונג, צי אין דער צווייטער, — די גייעסטע פיזיש-כעמישע פאָרשונג דאַרף ברענגען די רעזולטאַטן, וואָס זייער גרויס און וויכטיקייט זענען מיר איצט אפילו נישט אימשטאַנד אָפּצושאַצן ווי געהעריק. דעם שטורם צו דער דאָזיקער נייסטער פאָרשונג האָט געגעבן ראַדיום, אין צענטער פון אָט דער גאַנצער פאָרשונג זענען די לעצטע יאָרן געשטאַנען די שטראַלנדיקע שטאָפן, און דאָס איז דער גרעסטער שבח, וואָס מען קאָן און מען דאַרף זאָגן אויף זיי.

די קינסטלעכע שפּאַלטונג פון עלעמענטן, ווי רעזערפאָרד האָט דאָס דער ערשטער פאַרווירקלעכט האָט, אויפגעוועקט דעם אַלטן חלום פון מיטלאַלטער: די האָפענונג צו שאַפן גאָלד פון מינדערווערטיקע מאַטעריאַלן. אין יאָר 1924 איז דאָס טאַקע געשטעלט געוואָרן אויפן סדר היום, און העכער צוויי יאָר צייט. ביז סוף 1926, האָט געקאָכט דער-מיט אין דער וויסנשאַפטלעכער וועלט.

אין יאָר 1924 האָט מען אָנגעהויבן צו ריידן, אַז אין אַ קוועק-זילבער-לאָמפּ קען מען פאַרוואַנדלען קוועקזילבער אין גאָלד, און מיר מוזן אָנהויבן אונזער סיפּור-המעשה פון דיזאָזיקע לאָמפּן. אין יאָר 1892 האָט דער בערלינער פיזיקער לעאָ אַראָנס אַנטדעקט דעם קוועקזילבער לאָמפּ. דעמאָלט האָט מען נאָך נישט פּראָדוצירט די איצטיקע עלעקטרישע לעמפּלעך מיט מעטאַלענע פעדעם, מען איז געווען אָנגעוויזן אויף די אַלטע קויל-פעדים-לעמפּלעך, וועלכע פלעגן איינשלינגען אַ סך ענער-גיע. מען האָט דעמאָלט געמאַכט פאַרשיידענע פּרוּוון צו בויען לעמפּלעך, וועלכע זאָלן געברויכן ווייניק ענערגיע און אַזוי אַרום מאַכן ביליגער די עלעקטרישע באַלייכטונג, און אַראָנסעס אַנטדעקונג האָט געהערט צו אָט דעם געביט. זיין לאָמפּ ווו עס האָבן געלויכטן אָנגעגליטע דאַמפן פון קוועקזילבער, האָט געפאָדערט זייער ווייניק ענערגיע, עקאָנאָמיש איז דאָס געווען דער בעסטער פון אַלע עלעקטרישע לאָמפּן: פּראַקטיש איז פון דער אַנטדעקונג דעמאָלט גאָר נישט אַרויסגעקומען, ווייל עס האָט

זיך ארויסגעוויזן, אז די קוועקזילבער לאמפן שיינען מיט א גרינלעכער קאלטער פארב און מאכן א נישט - אנגענעמען איינדרוק. מיט עטלעכע יאר שפעטער האט אראנסעס לאמפ דאך געפונען א תיקון. דער דאמף פון קוועקזילבער איז רייך אין אזוי - גערופענע אולטרא - פיאלעטע שטראלן, וועלכע נוצן נישט צו באלייכטונג, אבער ווירקן שטארק אין געוויסע הינזיכטן און ווערן איצט געברויכט אין דער מעדיצין. די קו-ראציע, למשל, דורך „קינסטלעכע זון" באשטייט דערין, וואס דער קערפער איינגאנצן אדער געוויסע טיילן זיינע ווערן באלויכטן מיט אולטרא-פיאלעטע שטראלן. אויף צו באקומען די שטראלן געברויכט מען איצט אראנסעס קוועקזילבער-לאמפן אין א ספעציעלער איינפאסונג. די איינפאסונג איז געמאכט נישט פון געוויינלעכן גלאז, וואס שלינגט איין די אולטרא-פיאלעטע שטראלן, נאר פון קווארץ, וועלכער לאזט זיי דורך. זינט עס האט זיך פארשפרייט אט די נייע ליכט-קוראציע, זענען די קוועקזילבער-לאמפן געווארן א נאנגבארע סחורה, און עס זיינען פאראן פירמעס, וועלכע פאבריצירן זיי בסדר. א דאנק דעם זענען אפאראטן פאר אולטרא-פיאלעטע שטראלן געווארן צוטריטלעך אויך פאר וויסנשאפטלעכע לאבאראטאריעס, און א סך געלערנטע האבן באקומען א מעגלעכקייט צו שטודירן די ווירקונג פון די דאזיקע שטראלן. אויך דער בערלינער פראפעסאר א. מיטע האט זיך אפגעגעבן מיט עקספערימענטן פון דעם ארט. אים האט אינטערעסירט זייער א ספעציעלע דערשיינונג, ווי אזוי דורכזיכטיקע געשטיינען און גלאזן בעקומען א נייע פארב אונטער דער ווירקונג פון אולטרא-פיאלעטער באלייכטונג.

אין פארלויף פון זיינע עקספערימענטן האט פראפ. מיטע געברויכט פארשיידענע לאמפן, און אין יאר 1924 האט זיך ביי אים מיט די לאמפן געמאכט א צופאל; ער האט באמערקט, אז די קוועקזילבער-לאמפן ווערן גיך געשעדיקט, אויב מען באנוצט צו זיי א שטארקערן שטראם, און אז אינעווייניק אין לאמפ בילדן זיך בשעת-מעשה שווארצע פלעקן. די שווארצע פלעקן זענען געווען א גרויסער חידוש. אין די לאמפן ווערט אריינגעגעבן קוועקזילבער, וואס ווערט אפריער עקסטרא געריניקט, און עס איז שווער געווען צו גלייבן, אז דאס זאלן זיין צוגעמישטע שטאפן, וועלכע האבן זיך פון אנפאנג אן געפונען אין קוועקזילבער און האבן זיך אפגעשיידט בשעתן ברענען. נישט ווילנדיק איז אויפגעשווימען די פראגע, אפשר זענען דאס נאר שטאפן, וועלכע זענען אנטשטאנען פון קוועקזילבער בשעתן ברענען פון לאמפ. מיטע האט זיך פאראינטערעסירט מיט דער ערשיינונג און האט גענומען פארשן, פון וואס באשטייען די פלעקן און פון וואנען נעמען זיי זיך. דאס ערשטע איז געווען פון די

לייכטערע זאַכן. כעמישע אַנווייזונגען האָבן געוויזן, אַז צו דעם קוועק-זילבער פון די לאָמפּן זענען נאָכן ברענען און קאַליע ווערן צוגעמישט קלייניטשקע סכומים אַנדערע שטאָפן און דערין גאָלד. דערפון האָט מיטע געדרונגען, אַז דאָס גאָלד האָט זיך אין לאָמפּ גופא געבילדעט פון קוועקזילבער. אַנדערש גערעדט, אַז פון דעם קוועקזילבער האָט זיך בשעתן ברענען פון לאָמפּ אַ ווינציקער סכום פאַרוואַנדלט אין גאָלד!
„מיט אַ צען יאָר צוריק — האָט געשריבן מיטע אין זיין ערשטן באַריכט — וואָלט מען פון דער ערשיינונג קיין וועזן נישט געמאַכט הגם דער קוועק-זילבער איז געווען דאָפּלט דיסטילירט, וואָלט ביי קיינעם קיין ספק נישט געווען, אַז מסתמא האָט דער קוועקזילבער פאָרט געהאַט אין זיך אַ ביסל גאָלד. מיט 10 יאָר צוריק האָט מען נישט געהאַלטן, אַז איין עלע-מענט זאָל זיך קענען פאַרוואַנדלען אין אַ צווייטן. איצט איז אַן אַנדער זאַך. עס לייגט זיך אויפן שכל, אַז ווען קוועקזילבער (אַטאָם-געוויכט 201) זאָל פון זיך אַרויסשיקן ווי אַ שטראַלנדיקער שטאָף, שטראַלן פון העליום (אַטאָם-געוויכט 4), וועט פון אים ווערן גאָלד (אַטאָם-געוויכט 197. דאָס הייסט 201 אָן 4)“.

מיטע האָט זיך בכן גענומען צו נייע עקספּערימענטן מיט זיינע קוועקזילבער-לאָמפּן, טאַקע מיטן צוועק צו באַקומען קינסטלעך גאָלד, און אין גיכן האָט ער עפנטלעך דערקלערט, אַז אים האָבן זיך די פּרוון איינגעגעבן. ער האָט געשיקט אין די לאָמפּן בכיוון אַ צו שטאַרקן שטראָם, ביי וועלכן דער לאָמפּ ווערט קאַליע און גיט פּלעקן, און האָט כעמיש אונטערזוכט דעם קוועקזילבער; ערשטנס פאַרן אַריינגעבן אים אין לאָמפּ אַריין און צווייטנס נאָכן ברענען פון לאָמפּ. דער רעזולטאַט איז געווען אַזאַ: פאַרן ברענען האָבן די פיינסטע אַנאַליזן נישט אויסגעוויזן קיין סימן גאָלד אין דעם קוועקזילבער, און נאָכן ברענען פלעגט מען דאָ געפינען אין דעם זעלביקן קוועקזילבער סימנים פון גאָלד. טאַקע בלויזע סימנים פון גאָלד און נישט קיין גאָלד אין אַ גרעסערן קוואַנ-טום. דירעקט פּראַקטיש האָט די אַנטדעקונג קיין ווערט נישט, וואָרום אויף גאָלד געמאָסטן איז די אונטערשטע שורה געווען פאָלגנדיקע: מען דאַרף פאַרווענדן אַפּאַראַטן און קוועקזילבער, וואָס קאָסטן אַ היפּשע פּאָר דאָלאַר, אום צו באַקומען גאָלד אין ווערט בערך פון אַ סענט, נישט מער. און פאָרט איז גרויס געווען די סענסאַציע. פאַר די געלערנטע איז וויכטיק געווען דער עצם פאַקט, וואָס מען קען אויף אַ נייעם שטייגער פאַרוואַנדלען איין עלעמענט אין אַ צווייטן, און דעם ברייטן עולם האָט פשוט געצויגן דער צויבער-גלאַנץ פון גאָלד.

אין עטלעכע מאָנאַטן אַרום נאָך דער מעלדונג פון פּראָפּ. מיטע

איז געקומען א נייע איבעראשונג. גאר פון א אנדער עק וועלט איז אָנגעקומען א באשטעטיקונג פון די בערלינער פרוון: אין סעפטעמבער 1924 איז דער יאפאנישער פיזיקער נאגאאקא ארויס אין טאקיא מיט א רעפעראט און האט דערציילט, ווי אזוי ער האט זעלבסטשטענדיק געמאכט דיזעלבע אנטדעקונג. ער האט זיך באנוצט מיט א אינסטרומענט, וואס איז ענלעך צו א קוועקזילבער-לאמפּ, ער האט און איב אריינגעטאן דעם ריינסטן קוועקזילבער, און דורך דעם עלעקטרישן שטראם האט זיך ביי אים א ביסל פון דעם קוועקזילבער פארוואנדלט אין גאלד. ווידעראמאל איז דער סכום באקומענע גאלד געווען אויסערגעוויינלעך קליין.

די זאך האט באקומען אן ערנסטע ווענדונג און די טעארעטיקער האבן זיך אריינגעלאזט אין פארשונגען, אום צו דערקלערן די דערשיינונג. די ערשטע דערקלערונג איז געווען, אז ביי מיטע און ביי נאגאאקא איז אין זייערע מכשירים פארגעקומען אזא מין אטאם-צעשפּאלטונג, ווי זי קומט פאר פון זיך אליין מיט די שטראלנדיקע שטאפן: קוועקזילבער איז נישט קיין שטראלנדיקער שטאף און פון זיך אליין קאן ער זיך נישט שפּאלטן. אבער ווען עס ווירקט אויף אים א געוויסער עלעקטרישער שטראם, באקומט די קוועקזילבער טיילווייז די אייגנשאפטן פון א שטראלנדיקן שטאף. דאס איז געווען די ערשטע דערקלערונג, וועלכע האט געשטאמט, ווי מיר האבן געזאגט, פון מיטען אליין. שפּעטער איז מען ארויס מיט אנדערע דערקלערונגען.

קוועקזילבער און גאלד, זענען לויט דער איצטיקער כעמיע, נאענטע שכנים; דער בנין פון זייערע אטאמען אונטערשיידן זיך ווייניק: דער אטאם פון קוועקזילבער באשטייט פון א קערן, ארום וועלכן עס געפינען זיך עלעקטראנען; ענלעך זעט אויס דער אטאם פון גאלד, און עס איז גענוג, אז דער קוועקזיבער קערנדל זאל באריכערט ווערן מיט איין עלעקטראן, כדי ער זאל זיך פארוואנדלען אין א גאלד-קערנדל. לויט דער דאזיקער דערקלערונג איז, הייסט עס, אויסגעקומען, אז מיטע און נאגאאקא האבן באוויזן אויסצופירן נישט קיין צעשפּאלטונג פון אטאמען, נאר א קינסטלעכן אויפבוי. די וויכטיקייט פון די דערקלערונגען איז באשטאנען דערין, וואס זיי האבן געמאכט מעגלעך צו קאנטראלירן די זאך דורך חשבונות. די טעארעטיקער האבן בארעכנט, וואס פאר א שטארקייט פון עלעקטרישן שטראם איז אימשטאנד אויסצופירן דעם באהאנדלטן איבערבוי אדער שפּאלטונג פון די אטאמען און צווייטנס האבן זיי באשטימט, ווי שווער דארף זיין דער אטאם פון קינסטלעכן גאלד. די חשבונות האבן געבראכט צו רעזולטאטן, וועלכע האבן נישט

געשטימט מיט די פּרוון. עס זענען אנטשטאַנען ספקות. טאָמער איז אין די פּרוון עפּעס געשען נישט אין אָרדנונג. נאגאאָקא האָט אַריינגעשיקט צו די אייראָפּייאישע געלערנטע אינסטיטוציעס אַ גענויע באַשרייבונג פון זיינע פּרוון. מיטע איז ארויסגעטרעטן מיט גענויע באַשרייבונגען פון זיינע פּרוון: אייניקע געלערנטע האָבן זיך געלאָזט איבערצייגן, אנדערע זענען געבליבן ביי זייערע ספקות.

די אמעריקאנער כעמיקער האָבן באַשלאָסן אויף זיכער צו דערגיין ווער איז גערעכט. אויף דעם אמעריקאנער שטייגער האָבן זיי נישט געקאַרגט קיין געלט און אוועקגעשטעלט אין אַ ברייטן פאַרנעם עקספּערימענטן לויט ביידע מעטאָדן, אי לויט מיטע, אי לויט נאגאאָקאַן. זיי האָבן געאַרבעט מיטן ריינסטן קוועקזילבער און דער רעזולטאַט איז געווען אַ נעגאַטיווער: מען האָט קיין גאָלד פון קוועקזילבער נישט באַקומען. מיטע און זיינע מיטאַרבעטער האָבן זיך דערמאָלט אויך נישט געלאָזט איבעררײדן און זיינען געבליבן ביי זייערס: די פראַגע וואָלט נאָך אַלץ געבליבן אָפן, ווען די אנטשיידונג וואָלט נישט געקומען פון אַ אַנדער זייט. אַ גרופּע בערלינער געלערנטע האָט אויסגעבויט נייע, פאַרבעסערטע מכשירים אויף צו רייניקן קוועקזילבער און נייע אופנים צו אַנאַליזירן דעם כעמישן באַשטאַנד פון די גערייניקטע שטאָפן. זייערע מכשירים זיינען אַזוי פיין, אַז אויב קוועקזילבער זאָל אנטהאַלטן נישט מער ווי עטלעכע מיליאַרדס-טיילכעלעך גאָלד, קענען זיי אויפדעקן אָט דעם ווינציק קליינעם סכום גאָלד, און זיי האָבן דערוויזן, אַז ווען מען זאָל רייניקן קוועקזילבער לויט זייערע מעטאָדן, באַקומט זיך אַזאַ ריינער שטאָף, וועלכער גיט שוין נישט קיין גאָלד אין דעם עלעקטרישן לאָמפּ.

ענדלעך איז אין הארבסט 1926 ארויסגעפונען געוואָרן די סיבה, וועלכע האָט פאַרפירט אי מיטען, אי נאגאאָקאַן. מען האָט דערוויזן, אַז אין קוועקזילבער קענען זיך געפינען פיטשינקע טיילכעלעך גאָלד אין אַזאַ צושטאַנד, אַז קיין שום אַנאַליז קען זיי נישט אנטדעקן; אָבער אונטער דער ווירקונג פון עלעקטרישן שטראָם ווערט דער צושטאַנד פון די גאָלדטיילכעלעך אַ אַנדערער און זיי ווערן צוטריטלעך פאַרן כעמישן אַנאַליז. קורץ גערעדט מיטע און נאגאאָקאַ האָבן נישט געליינט. זיי האָבן טאַקע געפונען גאָלד, נאָר זייער געפינס איז נישט געווען קיין פאַרוואַנדלונג פון קוועקזילבער אין גאָלד.

דער חלום וועגן דער קינסטלעכער פאַבריקאַציע פון גאָלד איז צורונען געוואָרן, נאָר די אַרבעט אַרום „גאָלד פון קוועקזילבער" איז נישט געווען קיין אומזיסטע, — זי האָט באַרייכערט די וויסנשאַפט מיט נייע, אויסערגעוויינלעך פיינע מעטאָדן פון כעמישער פאָרשונג.

VIII.

פון דער דאַמף-מאַשין ביז די נייע מאָטאָרן

די קוואַלן פון טעכנישער ענערגיע. — די דאַמף־מאַשין. — הויכע טעמפּעראַטורן און הויכע דרוקן. — דאַמף־טורבינעס. — גאַז־מאָטאָרן. — עקאָנאָמישע באַטראַכטונגען. — מאָטאָרן פאַר שיפן, אויטאָמאָבילן, עראָפּלאַנען. — דער מאָטאָר פון דער נאָענטער צוקונפט. — פאַרפליסיקונג פון שטיינקוילן.

I

די גאַנצע אַרבעט פון דער טעכניק באַשטייט אין איבעראַרבעטן, קאָמבינירן און פאַרמירן די פאַרשידנאַרטיקסטע רוי־שטאָפן, ווי אויך אין אַרויסבאַקומען זיי ביי דער נאַטור. דערצו פאָדערט זיך ענערגיע, אַרבעטס-קראַפט און ספּעציעלע מאַשינען, וועלכע פאַרוואַנדלען אַלערליי קוואַלן און פאָרמען פון ענערגיע אין מעכאַנישע ענערגיע; ד. ה. אין ענערגיע פון באַוועגונג. לויט דעם איצטיקן צושטאַנד פון דער טעכניק פאַרנעמען דעם אויבנאַן צווישן די קוואַלן פון ענערגיע די ברען-מאַטעריאַלן. די מייסטע ענערגיע אויף צו באַוועגן די מאַשינעס באַקומט מען איצט דורך פאַרברענען הייץ-שטאָפן אין דאַמף-מאַשינעס אָדער אין ניימאָדישע מאָ-טאָרן (מאָטאָר פון לאַטייניש „מאָטוס”, באַוועגונג איז אַ באַצייכענונג פאַר באַוועג-מאַשינעס). עס זיינען פאַראַן אויף דער ערד נאָך אַ סך אַנדערע קוואַלן פון ענערגיע: שטראָמענדיקע וואַסער פון טייכן. שטראָ-מען לופט אין דער געשטאַלט פון ווינט, די טעגלעכע צופלייצן און אָפּ-פלייצן פון די ימים. די זונען-שטראַלן. אַלע ענטהאַלט אין זיך אומגעהויע-רע סכומים ענערגיע. טיילווייז ווערט זי שוין אויסגענוצט, ווי ביים וואַסער אָדער ווינט. טיילווייז געהערט איר אויסנוצונג צו דער ווייטער צוקונפט, ווי ביי דער זון אָדער ביי די ימים.

וואָס קענען מיר זאָגן וועגן דער נאָענטער צוקונפט? צי וועלן די ברען-מאַטעריאַלן בלייבן די איינציקע באַוועג-קראַפט פון דער טעכניק

אָדער אויפן ערשטן אָרט וועלן זיך אַרויסרוקן די אַנדערע קוואַלן פון ענערגיע? עס איז שווער צו געבן דערויף אַ ענדגילטיקן ענטפער. אין אַ סך פּרטים קומט דאָ אויס צו בויען אויף השערות, און די מיינונגען זיינען געטיילט. פאַראַן פּאָכלייט, וועלכע זענען איבערצייגט, אַז עס איז נישט ווייט די צייט, ווען די מענטשהייט וועט זיך שפּייזן מיט גאָר אַנדערע קוואַלן פון ענערגיע, און פאַראַן פאַרקערט געלערנטע, וועלכע ברענגען ראַיות, אַז נאָך דורות לאַנג וועלן מיר אויף דער ערד זיין אָנגעוויזן אויף דער ענערגיע פון ברען־מאַטעריאַלן. אין יאָר 1924 איז פאָרגעקומען אין לאָנדאָן אַ אינטערנאַציאָנאַלער קאָנגרעס אויף צו באַהאַנדלען אָט די פראַגע וועגן דער ענערגיע, און איינער אַ געלערנטער פון רוסלאַנד האָט געמאַכט דאָרט אַ חשבון, וועלכער ווייזט, אַז קיין שום קוואַל פון ענערגיע קען זיך נישט גלייכן לויט זיין עשירות צו שטיינקוילן. דער דערמאָנטער געלערנטער האָט געמאַכט אַ חשבון וויפל ענערגיע פאַרמאָגט די ערד. און כדי צו פאַרגלייכן די פאַרשידענע קוואַלן צווישן זיך האָט ער איבערגערעכנט יעדער מין ענערגיע אויף דעם אַנטשפּרעכנדן סכום הייץ־שטאָף. ער האָט באַקומען פאָלגנדיקע טאַבעלע, וואו וועלכער עס איז אָנגעגעבן אין מיליאַרדן טאָן דער באַטרעף פון יעדער מין.

		סכום אין מיליאַרדן טאָן	פּראָצענט פון אַלגעמיינעם סכום
מינים ענערגיע, וואָס ווערן ענדגילטיק פאַרבראַוכט	שטיינקוילן	5,600	75,1
	נאַפט	11	0,15
	טאָרף	215	2,9
	סך־הכל	5826	78,15
מינים ענערגיע, וואָס ווערן כסדר באַנייט	טאָרף	50	0,7
	האָלץ	340	4,6
	שטרוי	37	0,5
	קראַפט פון ווינט	826	11,1
	קראַפט פון וואַסער	374	5,0
	סך־הכל	1,627	21,9
	אַלג. סך־הכל	7,453	100%

אין אַ פריערדיקן קאַפּיטל האָבן מיר געזען, אַז שטיינקוילן איז באַ־

שאפן געוואָרן אין די אוראַלטע צייטן פון דער ערדגעשיכטע און ליגט אין דער ערד ווי אַ פּאַרטיקער אוצר. איצט זיינען נישטאָ מערער אויף דער ערד יענע באַדינגונגען, עס ווערט מער נישט געשאַפן קיין שטיינקוילן. מיר עסן פון גרייטן און ווערן מיט יעדן טאָג אָרעמער אין ענערגיע פון דעם מין. דאָסזעלביקע איז מיט געווויסע מינים טאָרף: פאַראַן ווידער אַנ־דערע סאָרטן טאָרף, וועלכע ווערן נאָך איצט אויסגעבילדעט, און דאָ פאַר־ברויכן מיר נישט מערער ווי דעם נאַטירלעכן צוּוואַקס. דאָס זעלביקע איז מיט האָלץ און שטרוי. וואָס אָנבאַלאַנגט וואַסער און ווינט זיינען דאָס באַשטענדיקע קוואַלן פון ענערגיע, — מיר האָבן זיי צו פאַרדאַנקען דער זון (זע קאַפּיטל 2) און כל זמן עס דויערט די מענטשלעכע געשיכטע וועט זיך דער מין ענערגיע נישט אויסנעמען, נאָר פאַרט איז דער ערשטער מין ענערגיע דער וויכטיקסטער.

עס קאָן געמאָלט זיין, אַז די אָקאָרשט געבראַכטע טאַבעלע וועט מיט דער צייט מוזן ווערן אויסגעבעסערט לויט דאַטן פון נייערע פאָר־שונגען. איין זאַך וועט יעדנפאַלס נישט קענען ווערן אָפּגעפרעגט, אַז ביי היינט צו טאָג בויט זיך די טעכניק אויף דער אויסנוצונג פון ברען־מאַטעריאַלן, און דער ערשטער ריי — פון שטיינקוילן. וויבאַלד אַזוי איז קלאָר, אַז פון אַלע באַוועג־מאַשינעס מוז די דאַמף־מאַשין זיין די פאַר־שפרייטעסטע, וואָרום לויט דעם איצטיקן צושטאַנד פון דער טעכניק איז זי די איינציקע, וועלכע גיט אַ מעגלעכקייט צו באַוועגן מאַשינעס מיט דער ענערגיע פון שטיינקוילן. דערפאַר הויבן מיר אָן דעם טעכנישן טייל פון אונזער בוך מיט דער דאַמף־מאַשין. מיר וועלן זיך באַקענען מיט אירע מעלות און חסרונות, מיר וועלן באַטראַכטן אירע קאָנקורענטן, די נייַ־מאָדישע מאָטאָרן. און מיר וועלן זען, אַז די נייסטע אַנטוויקלונג פון די מאָטאָרן ברענגט ווידער צו דער אויבערהערשאַפט פון קוילן.

2

פון אַלע מאַשינעס, וועלכע ווערן באַנוצט, כדי אַרויסצובאַקומען מעכאַנישע אַרבעט פון ברען־מאַטעריאַלן, ד. ה. פון אַלע באַוועג־מאַשי־נעס איז די דאַמף־מאַשין געווען און געבליבן די פאַרשפרייטעסטע. דער שכל פון דער דאַמף־מאַשין איז אַ איינפאַכער און איז מסתמא אַלעמען באַ־קאַנט. מען הייצט אַ פאַרמאַכטן קעסל, אין וועלכן עס געפינט זיך וואַסער, דאָס וואַסער פאַרוואַנדלט זיך אין דאַמף, דער דאַמף פאַרנעמט אַ כך מע־רער פּלאַץ ווי דאָס וואַסער און ער זוכט זיך אַן אַרויסגאַנג דורך רערן; לאָזט מען אַריין דעם דאַמף אין אַ פאַרמאַכטן צילינדער, אין וועלכן עס באַוועגט

זיך א קאָלבע. ווען דער דאַמף ווערט אַריינגעלאָזן, שטרעבט ער צו פאַרברייטערן זיך און מיט אָט דער פאַרברייטערונגס-קראַפט שטויסט ער אַרויס די קאָלבע פון צילינדער. דערנאָך ווערט די אַריינלאָז-עפענונג פאַרן דאַמף פאַרמאַכט, די קאָלבע גייט אויף צוריק און שטופּט אַרויס פון דעם צילינדער דעם אָפּגעאַרבעטן דאַמף, (צו דעם צוועק איז פאַראַן א באַזונדער אַרויסגאַנג), עס ווערט ווידער געעפנט די דאַמף-רער, עס ווערט אַריינגעלאָזן א נייע פּאַרציע דאַמף, די קאָלבע ווערט אַרויסגעשטויסן און אַזוי כסדר. א דאַנק דער אַרבעט פון דאַמף ווערט די קאָלבע באַוועגט הין און צוריק און דורך א שטאַנג ווערט די דאָזיקע באַוועגונג אויסגענוצט אויף צו דרייען א וואַל. דורך דעם וואַל ווערט זי באַוועגונג אַריבערגעגעבן צו די מאַשינען.

דער ענגלענדער וואַט, וועלכער האָט צום סוף פון 18-טן יאָרהונדערט אויסגעבויט די ערשטע פּראַקטישע דאַמף-מאַשין, האָט געהערט צו א זעלטענער קאַטעגאָריע ערפינדער. ער האָט פאַרמאָגט ביידע זאַכן אי די פעאיקייט אַרויסצוגעפינען א נייעם גרויסן געדאַנק, אי די פעאיקייט צו אַרבעטן סיסטעמאַטיש צענדליקער יאָרן אַרום די טעכנישע דעטאַלן פון דער ערפינדונג. אויך ביז צו וואַטן זענען געווען דאַמף-מאַשינען, נאָר אין יענע מאַשינען איז דער דאַמף געווען א מין בייזאַך, א מין צוגאָב צו די דער דרוקווירקונג פון דער לופט. וואַט האָט אין זיין דאַמף-מאַשין אָפּגעגעבן דעם דאַמף דעם אויבן-אָן און האָט פאַרשטאַנען צוצוטראַכטן די מעכאַניזמען, וועלכע זענען נויטיק, אום די דאַמף-מאַשין זאָל אַרבעטן גוט און פּינקטלעך. דעם נוצן פון זיין מאַשין האָט וואַט דערוויזן זייער איינפאַך. זיינע מאַשינען האָבן געאַרבעט אַזוי עקאָנאָמיש, ד. ה. זיי האָבן פאַרברויכט אַזוי ווייניק ברען-מאַטעריאַלן אין פאַרגלייך מיט די עלטערע מאַשינען, אַז אים האָט געלוינט צו שטעלן א מאַשין אין א פאַבריק אומזיסט, ווען דער פאַבריקאַנט פלעגט איינגיין אויף איין באַדינגונג: דער פאַבריקאַנט זאָל אים אָפּגעבן דאָס, וואָס ער וועט אין פאַרלויף פון א געוויסער צייט איינשפּאָרן אויפן ברען-מאַטעריאַל.

די שטרעבונג אַרויסצונעמען פון דעם פאַרברויכטן ברען-מאַטעריאַל וואָס מער נוציקע אַרבעט, אָט די שטרעבונג האָט געשטויסן וואַטן צו זיין גאונישן ואויפטו, און זי האָט אויך געבראַכט צו די וויכטיקסטע ווייטערדיקע פאַרפאָלקאָמונגען פון דער דאַמף-מאַשין. ביים פאַרבעסערן די דאַמף-מאַשין איז מען אויסן געווען נאָך אַנדערע זאַכן אויך.

מען האָט געשטרעבט צו באַוואָרענען די דאַמף-קעסלען פון אויפרייסן.

מען האָט געבויט פאַרשיידענע מינים דאַמף-מאַשינען, זיך צופּאַסנ-

דיק צו דער פערשידנקייט פון די טעכנישע באַדערפענישן. עס איז קלאָר, למשל, אַז אַן אומבאַוועגלעכע דאַמף-מאַשין אין אַ פאַבריק דאַרף האָבן אַנדערע אייגנשאַפטן, ווי די דאַמף-מאַשין פון אַ לאָקאָמאָטיוו אָדער פון אַ שיף.

איין שטרעבונג איז אָבער געווען געמיינזאַם ביי אַלע יענע, וועלכע האָבן זיך אָפּגעגעבן מיט בויען דאַמף-מאַשינען, דאָס איז די שטרעבונג אויסצונוצן וואָס בעסער דעם ברען-שטאָף. לאָמיר זיך גענויער צוקוקן צו דער אַרבעט פון אַ דאַמף-מאַשין און לאָמיר באַטראַכטן דעם גאַנצן וועג פון דעם ברען-שטאָף. לאָמיר אָנהייבן פון הייצן. יעדער ווייס, אַז אויסהייצן אַ פּשוטן אויוון אין אַ שטוב דאַרף מען אויך קענען, און דערפון איז געדרונגען, אַז הייצן אַ דאַמף-קעסל איז געווים אַ קונץ, דער הויפּטפּונקט איז דאָ — די רעגולירונג פון לופט-שטראָם. אויב דער ברען-שטאָף (שטיינקוילן, האָלץ) וועט קומען אין באַרירונג מיט צופיל לופט, וועט אַ געוויסער טייל פון דעם ברען-מאַטעריאַל גיין אין ניוועץ אויף אָנצוּווארימען די איבעריקע לופט, פאַרקערט, אויב צו ווייניק לופט וועט צוקומען צום פייער, וועלן מיטן רויך אַוועקגיין געוויסע נישט אויסגעברענטע באַשטאַנד-טיילן פון דעם ברענמאַטעריאַל, און דאָס וועט ווידער באַדייטן אַ שאָדן. מען דאַרף אויסמיידן אי די ערשטע, אי די צווייטע געפאַר, און עס זיינען פאַראַן געלערנטע הייצער, וועלכע האָבן זייערע סימנים און רעגולירן דעם צוטריט פון לופט צום קעסל. ביי די גרויסע דאַמף-קעסלען ווערן איצט באַנוצט אַפּאַראַטן אויף צו קאָנטראָלירן די ריכטיקייט פון דער הייצונג. אין די דאָזיקע אַפּאַראַטן ווערט אויטאָמאַטיש געמאַכט אַ כעמישע אַנאַליז פון רויך און פון די גאַזן, וואָס גייען אַרויס פון קוימען. און לויט דער אַנאַליזע זעט מען גלייך צי דער ברענמאַטעריאַל ווערט גוט פאַרברענט, צי ניין.

אַ דאַנק די געלערנטע הייצער און די פאַרשידענע אַפּאַראַטן ווערן איצט די דאַמף-קעסלען געהייצט אַ סך בעסער ווי אין אַמאָליקע צייטן, נאָר די הייצונג איז ערשט דער אָנהויב פון דער פראַגע.

ווידער לאָמיר נעמען פאַר אַ ביישפּיל אַ געוויינלעכן אויוון. יעדערער ווייסט, אַז אַן אויוון ווערט נישט געמאַכט קיין פּוסטער, און אַז עס נישט קיין גלייכער וועג פון דעם טירל, דורך וועלכן מען שטעלט אַריין דאָס האָלץ ביז צום קוימען. אויב דער מולער וויל מאַכן אַן אויוון, וועלכער זאָל גוט וואַרימען, מאַכט ער אינעווייניק אין אויוון קאַנאַלן, דורך וועלכע עס גייט דער רויך. אין די קאַנאַלן גיט אָפּ דער רויך אַ טייל פון זיין וואַרעמקייט דעם אויוון, און דער רויך גייט אַרויס אין דרויסן אַן אָפּגעקילטער. נאָר פאַר קיין פאַל נישט קיין קאַלטער.

פון קוימען גייען שטענדיק ארויס צוזאמען מיטן רויך ווארעמע גאזן. זיי טראָגן פאנאנדער אין דער לופט א היבשע פּאַרציע ווארימקייט, און מיר האָבן נישט קיין מיטל קעגן דעם. פונקט דאָס זעלביקע איז מיטן דאמף-קעסל. פון זיין קוימען גייען אויך ארויס ווארעמע גאזן, ד.ה. א טייל פון דעם ברענשטאָף גייט אוועק מיטן רויך, און די טעכניק איז אימשטאנד געווען בלויז צו פערקלענערן דעם דאָזיקן היזק אָבער נישט פטור צו ווערן פון אים. מיטלען, כדי בעסער צו אויסנוצן דעם ברענשטאָף ביים באהייצן דעם קעסל זיינען צוגעטראכט געוואָרן פארשידענע. צוערשט זיינען די טעכני-קער געגאנגען מיטן וועג פון די מולאריעס. ביים איינמויערן דעם קעסל פלעגט מען פירן קאנאלן, דורך וועלכע עס האָט געזאָלט גיין דער רויך, ביז ער האָט דערגרייכט צום קוימען. אויב מען האָט נישט געקענט מאכן אזוי, אז די קאנאלן זאָלן ווארימען דירעקט דעם קעסל, פלעגט מען אין די קאנאלן איינבויען קלענערע קעסלען אויף אָנווארימען דאָס וואסער, וואָס דארף דערנאָך זידן אין די דאמף-קעסלען. שפּעטער האָט מען אויס-געטראכט א נייעם שטייגער פון בויען די קעסלען גופא. אַן איינפאכער דאמף-קעסל איז געגליכן צו א גרויסן אייזערנעם צילינדער. די ערשטע פארבעסערונג פון דעם קעסל איז באשטאנען דערין, וואָס אין דער גאנ-צער לענג פון דעם קעסל האָט מען דורכגעפירט איינע אָדער צוויי ברייטע רערן, די אזוי־גערופענע פייער-רערן, דורך די דאָזיקע רערן פלעגט גיין דאָס פייער פון דעם הייץ-מאטעריאל, און אין די רערן גופא פלעגט מען אויך אריינגעבן הייץ-מאטעריאל. דער געווינס איז באשטאנען דערין, וואָס דאָס וואסער אין קעסל פלעגט קומען אין בארירונג סיי מיט די אָנגעגליטע ווענטלעך פון קעסל, סיי מיט די אָנגעגליטע ווענטלעך פון די רערן. שפּע-טער האָט מען נאָך ווייטער פארבעסערט דעם קעסל. אָנשטאָט די ברייטע פייער-רערן אָדער ווי א המשך פון זיי האָט מען געפירט אין די קעסלען שמאָלע רערן פארן דורכגאנג פון פייער, א דאנק זיי ווערט די ווארימקייט נאָך בעסער אויסגענוצט. עס זיינען פאראן איצט דאמף-קעסלען, דער-הויפּט אויף אייזנבאנען און אויף שיפן, וווּ דער פלאם פון פייער ווערט נאָך אנדערש אויסגענוצט. אין דעם קעסל זיינען איינגעבויט א סך דינע רערלעך, וואָס דורך זיי פליסט דאָס וואסער. ארום און ארום די רערלעך ברענט דאָס פייער און א דאנק דעם ווערט דאָס וואסער זייער גיך פאר-וואנדלט אין דאמף.

אזוי ווי די פראגע פון אויסנוצן דעם ברען-מאטעריאל שפּילט די לעצטע צייט, ביי דעם וואקסנדיקן יקרות אויף ברען-מאטעריאל, א נאָך גרעסערע ראָלע ווי אין אמאָליקע צייטן, האָט מען זיך אויסגעלערנט גע-נוי צו מעסטן דעם סכום ווארימקייט, וואָס ווערט פארוואנדלט אין

נוציקער ארבעט און וואָס גייט אין ניוועץ. די אונטערשטע שורה פון די אויסמעסטונגען איז נישט קיין פריילעכע, עס ווייזט ארויס, אז נאָך דעם, ווי אינזשעניערן האָבן העכער הונדערט יאָר געארבעט ארום דעם דאמף־קעסל, איז ער פאָרט געבליבן אַן אויסברענגער. פון דעם גאנצן ברען־מאטעריאל, וואָס מען געברויכט פאר א דאמף־קעסל, אפילו פאר דעם בעסטן, גייט העכער 15 פראצ. אוועק מיטן רויך און נאָך קנאפע 15 פראָצ. גייען לאיבוד איבער דעם, וואָס אלע טיילן פון דאמף־קעסל שטראלן אויס ווארימקייט אין דער ארומיקער לופט, און מחמת עס זענען פאראן נאָך פארשיידענע קלענערע פארלוסטען. דער דאמף־קעסל ביים פארוואנדלען וואסער אין דאמף נוצט אויס דעם ברען־מאטעריאל נישט מערער ווי אויף צוויי דריטל, און א קנאפע דריטל גייט פארלוירן ביים פארוואנדלען וואסער אין דאמף.

3

ווי מיר האָבן אָקאָרשט געזען, ליגט עס אין דער נאטור פון א דאמף־קעסל, אז ער נעמט ארויס פון דעם ברענמאטעריאל נישט די גאנצע הונדערט נאָר בלויז 70 פראָצ. פון זיין מעגלעכן נוצן. דאָס איז א גרויסער אנווער. מילא, מיר וואָלטן זיך געקאָנט טרייסטן, ווען קיין ווייטערדיקע אָנווערן וואָלטן נישט פאָרגעקומען. ליידער ארבעט די דאמף־מאשין גופא נאָך ווייניקער עקאָנאָמיש ווי דער קעסל. די אויסמעסטונגען האָבן געוויזן, אז א דורכשניטלעכע מאשין פארוואנדלט אין נוציקע ארבעט נישט די גאנצע געבליבענע 70 פראָצ., נאָר בלויז 10 פראָצ. אָדער עפּעס מער. דער גרעסטער אָנווער פון ווארימקייט קומט פאָר דעמאָלט, ווען דער דאמף שטויסט ארויס די קאָלבע פון צילינדער און מוז גלייך דערנאָך פארלאָזן דעם צילינדער. העכער 50 פראָצ. פון דער ווארימקייט גייט דערביי אין ניוועץ. דאָס ליגט אין דער נאטור פון דער זאך, און די טעכניק האָט העכסטנס געקאָנט ארויסגעפינען מיטלען און צו פארקלענערן דעם דאָזיקן אָנווער כאָטש אויף עטלעכע פראָצענט. עס דוכט זיך, אז פשוטער פאר אלץ איז פארלענגערן דעם צילינדער, נאָר דאָס איז נישט קיין שכל, אויף אזא אופן קען דער דאמף, וואָס ווערט געליפערט פון דעם קעסל נישט אויסגענוצט ווערן אין דער פולער מאָס, דוראָדום עס וואָלט אויסגעקומען צו בויען צו לאנגע צילינדערס, און וואָס מען וואָלט געוווּנען מיט דער בעסערער אויסנוצונג פון דעם דאמף, וואָלט מען אָנגעוואָרן איבער אנדערע חסרונות פון דער צו האָמעטנער מאשין. מען האָט זיך אַן עצה געגעבן אזוי: מען לאָזט דעם דאמף צוערשט אין איין צי־

לינדער און דערנאָך אין א צווייטן (און אנדערש מאָל אויך אין א דריטן). אין יעדן צילינדער ווערט דער דאַמף טיילווייז אויסגענוצט, און עס ווייזט זיך ארויס, אז אזא צעבראָקלטע, געשטאַפּלטע אויסנוצונג פון דעם דאַמף ברענגט אַיין אין נוציקער ארבעט. עס פארשטייט זיך, אז אזא מאשין מיט עטלעכע צילינדערס איז קאָמפּליצירטער פאר און איינפאכער, דערפאר קאָן דאָס אַנגעוויזענע מיטל קומען אין באטראכט ערשט ביי גרעסערע מאשינען. איבער דער שוואכער עקאָנאָמישקייט פון דער דאַמף-מאשין האָבן מיט איר געגומען קאָנקורירן די נייע מאָטאָרן. כדי בייצושטיין די קאָנקורענץ, האָבן די פאבלייט פארפולקאָמט די דאַמף-מאשין נאָר אין א אנדער ריכטונג. די ניי-מאָדישע דאַמף-מאשינען ארבעטן מיט דאַמף אונטער זייער א הויכן דרוק, און עס זיינען צוגעטראכט געוואָרן מיטלען, וואָס גיבן א מעגלעכקייט איבערצובויען עלטערע דאַמף-מאַשינען אויף דעם נייעם שטייגער. עס לוינט צו דערקלערן פארוואָס עפּעס גיבן אזוינע מאשינען בעסערע רעזולטאַטן.

געוויינטלעך, אז מען קאָכט וואסער, פארוואנדלט זי זיך אין דאַמף ביי 100°. ווען מען זאָל וואַרעמען וואסער אין א פארמאכטן געפעס, לאָמיר זאָגן — אין א קעסל, און דעם דאַמף נישט לאָזן ארויסגיין, קאָן מען שטייגערן די טעמפּעראַטור פון דעם דאַמף און דערמיט אויך זיין דרוק. וואסער האָט דערביי א טייערע מעלה, אז ביי די העכערע טעמפּעראַטורן פאָדערט זי אַלץ ווייניקער וואַרימקייט, כדי צו שטייגערן די טעמפּעראַטור און דעם דרוק פון דעם וואסער-דאַמף. ביי א געוויינלעכער טעמפּעראַטור פארהאַלט זיך וואסער עקשנותדיק קעגנעריש צו דער אַנוואַרימונג און יעדערער ווייסט עס פון דער טאָג-טעגלעכער דערפאַרונג. אז מען מוז וואסער קאָכן א היפּשע צייט אויף א גרוים פייער, ביז וואַנען עס הויבט אָן צו זידן. האָט מען דאָקעגן אַנגעוואַרימט דאָס וואסער און דערגרייכט א העכערע טעמפּעראַטור לאָזט דעמאָלט נאָך די עקשנות און מיט א פארהעלטניסמעסיק קליינעם סכום וואַרימקייט (ד. ה. ברענמאַטעריאַלן) קאָן מען הויבן די טעמפּעראַטור און דעם דרוק פון דעם דאַמף אויף א היפּשע מאָס. און וואָס העכער עס איז די טעמפּעראַטור פון דעם וואסער-דאַמף, אַלץ מערער קען ער אויפטאָן נוציקע ארבעטן. עס איז ענלעך דערצו, ווי מען זאָל נעמען א שטיין און אים אויפהויבן אויף א גרויסע הויך, וואָס מערער מען האָט אים אויפגעהויבן, אַלץ שטאַרקער וועט זיין דער קלאַפּ ביים פאַלן. אזוי איז מיטן דאַמף, וואָס מערער מען האָט אים דערהיצט, אַלץ מערער ארבעט טוט ער אויף אין צילינדער פון דער דאַמף-מאשין.

אָט דאָס איז געווען דער שכל, פארוואָס די טעכניק ליינט איצט די

גרעסטע אויפמערזאמקייט אויף בויען דאמף-מאשינען מיט הויכן דרוק. די אָקאָרשט באשריבענע מעלה פון וואסער-דאמף און די מעגלעכקייט צו שטייגערן אויף דעם וועג דעם נוצן פון א דאמף-מאשין האָט מען פון לאנג געקאָנט. אָבער ערשט אין די לעצטע פאָר צענדליק יאָר איז די זאך געוואָרן פראקטיש נאָכדעם, ווען מען האָט זיך אויסגעלערנט צו בויען קעסלען און אנדערע טיילן פון די מאַשינען אזוי, אז זיי זאָלן קענען אריבערטראָגן דעם הויכן דרוק און די הויכע טעמפעראטור. און די געוויינלעכע קעסלען איז דער מעטאל נישט אימשטאנד אריבערצוטראָגן אזא באלאסטונג און דער געבוי פון קעסל איז אויך נישט צוגעפאסט צו דעם הויכן דרוק. איצט דערפירט מען דעם דרוק אין די קעסלען ביז צו 20 און 30 אטמאָספערן און מ'גייט נאָך העכער. אין פארשידענע לענדער ווערט טיכטיק געארבעט ארום גאָר נייע טיפן דאמף-קעסלען און דאמף-מאשינען, ווי דער דרוק זאָל זיין נאָך א פולע מערער געשטייגערט. אזוינע קעסלען זיינען שוין געבויט, זיי ווערן אויסגעפרווט און מ'איז זיכער, אז איז דער נאָענטער צוקונפט וועלן זיי באקומען א גרויסע פארשפרייטונג, וואָרום הויכע דרוקן מיט הויכע טעמפעראטורן ווערן איצט פארלאנגט פאר די מאשינעריעס פון וויכטיקע כעמישע אינדוסטריען און קומען בכן אריין וואָס מערער אין געברויך. א מאשין מיט א הויכן דרוק איז אפולע קאָמפליצירטער פאר אן איינפאכער מאשין. די טעכניקער האָבן זיך דעריבער פארטראכט, טאָמער איז פאראן א מעגלעכקייט צו ארבעטן אין דער דאמף-מאשין ביי א הויכער טעמפעראטור און פאָרט אויסמיידן דעם הויכן דרוק. טעאָרעטיש קען מען עס מאכן, ווען מען זאָל אין דאמף-קעסלען אריינגעבן נישט וואסער נאָר א פליסיקייט, וועלכע הויבט אָן צו זידן ערשט ביי עטלעכע הונדערט גראַד. אזא פליסיקייט איז פאראן, דאָס איז קוועקזילבער, און אין אמעריקע איז געמאַכט געוואָרן א פרווו מיט דאמף-קעסלען אויף קוועקזילבער.

עס ווייזט אויס, אז די זאך געהערט צו א ווייטערער צוקונפט. מיר וועלן זיך דעריבער נישט פארנעמען מיט די קוועקזילבער-קעסלען. מיר האָבן א סך וואָס צו זאָגן וויכטיקערס וועגן דאמף-מאשינעס אין פארגלייך מיט אנזערע מאָטאָרן.

4

ווען א מענטש מיט א געזונטן פארשטאנד, א ביסל א באהאוונטער אין נאטור-געזעצן, קוקט זיך צו צו דער דאמף-מאשין, מוז ער איינזען אין איר צוויי גרויסע חסרונות. אויב ער איז אין גאנצן ווייט פון

טעכניק, דאַרפֿן זיך ביידע חסרונות נאָך מערער וואַרפֿן אין די אויגן. ערשטנס, צו וואָס עפּעס פֿאַרברענט מען הייץ-מאַטעריאַל אויף צו באַקומען דאַמף און דערנאָך פֿאַרוואַנדלט מען דעם דאַמף אין מעכאַנישער אַרבעט? צי וואָלט נישט געווען גלייכער אַריינצולאָזן דירעקט די הייסע פֿאַרברענונגס-גאַזן אין צילינדער, כדי זיי זאָלן אַליין שטופּן די קאָלבע? צווייטנס, צי וואָס דאַרפֿן מיר האָבן די אַהין און אַהער באַוועגונג פֿון דער קאָלבע, וועלכע מוז שפּעטער פֿאַרוואַנדלט ווערן אין אַ דריי-באַוועגונג. פֿאַרוואָס זאָל די מאַשין פּראָסט נישט דרייען דעם וואַל אָדער דאָס ראָד? דאָס זענען נישט קיין קלאָץ-קשיות, דאָס זענען פֿראַגן וואָס טרעפֿן אין רעכטן תוך פֿון דער אָנגעלעגנהייט. פֿונדעסטוועגן האָט מען זיך אַ לאַנגע צייט מיט זיי נישט אָפּגעגעבן, וואָרום מען האָט געהאַלטן פֿאַר נישט מעגלעך זיי צו פֿאַרענטפֿערן אין דער פּראַקטיק.

לאָמיר פֿון דעם ערשטן חסרון אין דער דאַמף-מאַשין. ער האָט זיך נישט געלאָזט באַזייטיקן כל זמן מען האָט געהאַט צו טאָן אויסשליסלעך מיט פֿעסטע ברען-מאַטעריאַלן, ווי האָלץ און שטיינקוילן. שטיינקוילן איז אין חער באַציאונג בעסער פֿאַר האָלץ, שטיינקוילן וואָלט מען געקאָנט פֿאַרוואַנדלען אין שטויב, אַריינשפּריצן אים אין צילינדער און אָנצינדן. ביי אַזאַ אָנצינדונג וואָלט זיך די לופֿט אין צילינדער אָנגעוואַרימט און פֿאַרברייטערט און זי וואָלט געקאָנט שטופּן די קאָלבע, ווי דאָס טוט דער דאַמף. פּראַקטיש לאָזט זיך דאָס נישט אויספֿירן דערווייל, און מען האָט אַפֿילו געמוזט האָבן אויפֿן האַנדלס-מאַרק פֿליסיקע און גאַזיקע ברען-שטאָפֿן, און ערשט דעמאָלט האָט מען געקאָנט טראַכטן, וועגן באַוועג-מאַשינען אָן דאַמף. דאָס ערשטע פֿליסיקע ברען-שטאָף, וואָס האָט זיך באַוויזן אין האַנדל האָט אין זיין צייט נישט פֿאַרענטפֿערט דאָס פּראָבלעם. געווען איז דאָס אין רוסלאַנד מיט אַ יאָר פֿופֿציק צוריק. אין דער געגנט פֿון באַקו איז אויפֿגעקומען די נאַפֿט-אינדוסטריע, וועלכע האָט אין יענער צייט פּראָדוצירט צו מיינסטן נאַפֿט פֿאַר לאָמפּן. נאָכן אַרויסנעמען דעם נאַפֿט (קעראָסין) פֿון דעם רויען מאַטעריאַל, פֿלעגן פֿאַרבלייבן גרויסע מאַסן פֿון רעשטן און מען האָט נישט געוווּסט וואָס צו טאָן מיט דעם דאָזיקן „מאַזוט". אַזוי ווי דער מאַזוט איז געווען אַ ברענשטאָף האָט מען געפּרוּווט אים אויסצונוצן אויף צו באַהייצן דאַמף-קעסלען, דאָס האָט זיך איינגעגעבן מיט גרויס מי. די אויוונס, וועלכע זענען געווען צוגעפּאַסט צו האָלץ און קוילן האָבן נישט געטויגט פֿאַר דעם פֿליסיקן הייץ-שטאָף, און עס האָט געדויערט לאַנגע יאָרן ביז מען האָט געפֿונען דעם ריכטיקן אויסוועג. ער איז באַשטאַנען אין איינבויען ביי די דאַמף-קעסלען מכשירים, ענלעכע

צו פולווערייזאטאָרן, מיט וועלכע מען פלעגט אריינבלאָזן אין אויוון דעם פליסיקן הייץ-שטאָף און אים דאָרטן פארברענען. ווי מיר זעען איז אָנגעקומען מיט גרויס מאַטערניש אזא איינפאכע זאך, ווי פארווירקלעכן די הייצונג מיט א פליסיקן הייץ-שטאָף און וויבאלד אזוי האָט מען נאָך נישט געקאָנט דעמאָלט טראכטן וועגן פארברענען דעם „מאַזוט" אין א צילינדער. דער דאָזיקער געדאנק האָט אָנגענומען א פראקטישן געשטאַלט ערשט שפּעטער נאָך דעם, ווי מען האָט געשאַפן די אזוי גערופענע גאז-מאָטאָרן.

איצט וועלן מיר באהאנדלען דעם צווייטן חסרון פון דער דאמפ-מאשין — די אהין און אהער באוועגונג פון דער קאָלבע. מאשינען, וועלכע זענען פריי פון דעם פעלער קען מען פון די גאָר אלטע צייטן. א איינפאכע מאשין פון דעם מין, וואָס דרייט א וואל איז א וואסער-ראָד, א געוויינלעך וואסער ראָד פון א דאָרפישער מיל. ווער האָט נישט געזען אזא ראָד? א גרויס הילצערן ראָד איז באזעצט מיט גלאטע ברעטלעך. דאָס וואסער פון טייך פאלט און דריקט אויף די ברעטלעך, דאָס ראָד דרייט זיך און מיט אים צוזאמען דרייען זיך די מיל-שטיינער. ביי אזא איינפאכן ראָד ווערט די קראפט פון דעם פליסנדיקן וואסער אויסגענוצט שלעכט ביז גאָר. דערפאר האָט מען צוגעטראכט מיטלען, אום בעסער אויסצונוצן די ווירקונג פון דעם וואסער. דאָס ראָד האָט מען אויסגעבויט נישט פון האָלץ נאָר פון מעטאל און איינגעצוימט דאָס גאנצע ראָד אזוי, אז דאָס גאנצע וואסער זאָל פאלן אויפן ראָד און דורכאוים אין אזא ריכטונג, וואָס פארגרעסערט די ווירקונג. אנשטאָט די ברעטלעך האָט מען דאָס ראָד באזעצט מיט שופליעס, אלץ כדי בעסער אויסצונוצן דעם דרוק פון פאלנדיקן וואסער. דאָס אוראלטע וואסער-ראָד האָט זיך פארוואנדלט אין א ניי-צייטיקע מאשין, אין א וואסער-טורבינע. די וואסער-טורבינע איז א זייער שפּאָרעוודיקע מאשין, זי פרעסט אוים פון דעם פאלנדיקע וואסער ביז 0.75 פון דער ענערגיע, וואָס שטעקט אין אים. זי איז פריי פון טיילן, וועלכע זאָלן זיך באוועגן אהין און אהער. און עס איז געוועזן א גליקלעכער געדאנק פון איניקע אינזשיניערן — צו בויען לויט דעם מוסטער פון דער וואסער-טורבינע א שפּאָגל נייע דאמפ-מאשין, די דאמפ-טורבינע.

עס זענען פאראן פארשיידענע סיסטעמען אי פאר די וואסער-טורבינען, אי פאר דאמפ-טורבינען. מיר וועלן זיך באנוגענען מיט א קורצע באשרייבונג פון איין מין דאמפ-טורבינע. אויף דעם וואל זיצט א ראָד מיט שופליעס, און דאָס דאָזיקע אזוי גערופענע לויף-ראָד איז איינגעבויט אין דעם אזוי גערופענעם לייטונגס- ראָד. דער לעצטער

נאָמען שטאַמט דערפון, וואָס די אויפגאַבע פון דעם צווייטן ראָד באַשטייט דערין, וואָס זי לייט, קירעוועט דעם דאַמף צו די שופּליעס פון דעם ערשטן ראָד. דער דאַמף קומט אַריין פון קעסל אין די רעדער דורך באַזונדערע רערן און ער פאַרמאָגט דערביי אַ גרויסע גיכקייט. דער דאַמף ווירקט אויף די שופּליעס פון דעם לויף־ראָד נישט מיט זיין דרוק, נאָר מיט דער דאָזיקער געשווינדקייט. דער דאַמף ברענגט אין באַוועגונג די שופּליעס און דערמיט דאָס גאַנצע ראָד און דעם וואַל, וואָס אויף אים זיצט דאָס ראָד

די ערשטע בויער פון די דאַמף־טורבינעס האָבן געהאָפט צו באַקומען אַ גרויסע עקאָנאָמיע אין ברען־מאַטעריאַל אין פאַרגלייך מיט אַ געוויינלעכע דאַמף־מאַשין. אין דער באַציונג האָט זיך די דאַמף־טורבינע אַרויסגעוויזן נישט אַזוי גוט, ווי מען האָט צוערשט געמיינט. זי קאָן געבן נוצלעכע אַרבעט נישט מערער ווי בערך אויף 15 פּראָצ. פון דעם פאַרברענטן הייץ־שטאָף. דאַקעגן האָט זי אויסגענומען מיט אַנדערע מעלות. די דאַמף־טורבינע האָט אַ געשווינדע באַוועגונג און זי איז באַזונדערס צוגעפּאַסט אויף צו באַוועגן מאַשינעס, וואָס פירן אויס אַ סך דרייאונגען אין אַ מינוט, איר גאַנג איז רואיקער ווי ביי דער דאַמף מאַשין. זי פאַרנעמט ווייניקער פּלאַץ ווי אַ דאַמף־מאַשין, און אַ דאַנק די ביידע מעלות איז זי גוט צוגעפּאַסט ווי אַ באַוועג־מאַשין פאַר גרויסע שיפן, ווי אויך פאַר די דינאַמאָ־מאַשינען (מאַשינען צו ליפערן עלעקטרישן שטראָם) אין עלעקטרישע סטאַציעס.

ט

די אַקאָרשט באַשריבענע דאַמף־טורבינע ווערט געבויט פאַר יענע פאַלן, ווען עס פאָדערט זיך אויפצוטאָן אַ גרויסע אַרבעט וואָס ווערט באַרעכנט אין די טויזנטער „פערד־קרעפטן". די מאַשינען, וואָס אַרבעטן מיט דאַמף זענען בכלל געשאַפן אויף צו טאָן אַ גרויסע אַרבעט דאַקעגן זענען די גאַז־מאָטאָרן, וואָס מיר וועלן איצט באַשרייבן, געשאַפן געוואָרן אין אָנפאַנג אויף צו באַפרידיקן די באַדערפעניש אין שוואַכערע באַוועג־מאַשינען.

נאָר איידער מיר וועלן באַשרייבן דעם גאַז־מאָטאָר, מוזן מיר דערקלערן דעם באַגריף „פערד־קראַפט". אַ פערד־קראַפט איז אַ מאָס פאַר דער פעאיקייט פון אַ מאַשין צו טאָן אַרבעט, פאַר דער „לייסטונג" פון דער מאַשין. די טעכניקער זאָגן דאָס איז די פעיקייט אויפצוהייבן 75 קילאָגראַם אויף איין מעטר אין איין סעקונדע, צו ווירקלע-

בע פערד האָט די דאָזיקע מאָס קיין שיכות נישט, א פערד איז נישט אימשטאנד צו טאָן אזא ארבעט. דער נאָמען האָט א געשיכטלעכע דערקלערונג. ווען וואט האָט אויסגעבויט די ערשטע דאמף-מאשינעס, האָבן זיי געניצט כמעט אויסשליסלעך אויף צו טרייבן פּאָמפּעס אין די גרובן. די דאמף-מאשין האָט פארביטן פערד, וועלכע האָבן פריער געטריבן די פּאָמפּעס און מען פלעגט אָנגעבן, וויפל פערד עס פארבייט די מאשין. אזוי האָט זיך געשאפן די באצייכענונג „פערד-קראפט" און איז שוין פארבליבן אויף שטענדיק אין געברויך.

און איצט צום גאז-מאָטאָר. דער גאז-מאָטאָר, פאר וועלכן דער דאָזיקער נאָמען איז גענוי צוגעפּאסט, ארבעט אויף לייכט-גאז, ד. ה. גאז, וואָס ווערט אויסגעארבעט אין די גאזאָווניעס און ווערט דורך די גאז-רערן געפירט איבערן גאנצן שטאָט, צומיינסט אויף צוועקן פון באלייכטונג. דער לייכט-גאז ווערט פארברענט דירעקט אין דעם צילינדער פון דעם מאָטאָר. דאָס באדייט, אז אין פארגלייך מיט דער דאמף-מאשין פאלט אָפּ די נויטווענדיקייט פון א באזונדערן קעסל און פון מכשירים פאר דער הייצונג. פאראיינס ווערט אויך דער צילינדער אנדערש געבויט, און דער גאנג פון דער קאָלבע איז אין די מייסטע גאז-מאָטאָרן אויך אן אנדערער, ווי אין דער דאמף-מאשין. אין דער דאמף-מאשין טוט אויף די קאָלבע נוציקע ארבעט איטלעכעס מאָל, ווען זי גייט ארויס פון צילינדער, און ביים צוריקגיין טוט זי שוין אייגנטלעך קיין ארבעט נישט. אין דעם גאז-מאָטאָר איז די באוועגונג פון דער קאָלבע פארטאָפּלט און דער גאנג פון דער ארבעט איז פאָלגנדיקער: אין צילינדער ווערט אריינגעלאָזן לייכט-גאז, אויסגעמישט מיט לופט, און די קאָלבע ווערט ארויסגעשטויסן פון צילינדער נישט טוענדיק קיין ארבעט. די אריינלאָז-עפענונג פאר דעם גאז ווערט געשלאָסן, די קאָלבע גייט אויף צוריק און דריקט צונויף דעם גאז-געמיש אין צילינדער. אין דעם מאָמענט צינדט זיך אָן אין דעם גאז-געמיש א פונק (ספעציעלע מכשירים אין דעם מאָטאָר זאָרגן, אז דער פונק זאָל זיך אָנצינדן אין דעם געהעריקן מאָמענט). א דאנק דעם פונק קומט פאר אן אויפרייס. דאָס געמיש פון לייכט-גאז ווערט פארברענט, פארברייטערט זיך געוואלדיק צוליב דער הויכער טעמפּעראטור און שטויסט ארויס מיט כח די קאָלבע. אָט די דריטע באוועגונג פון דער קאָלבע איז די אייגנטלעכע נוציקע באוועגונג. דערנאָך מאכט די קאָלבע א פערטע באוועגונג, זי גייט אויף צוריק און שטופּט ארויס די פארברענטע גאזן דורך א ספעציעלע ארויסלאָז-עפענונג. עס ווערט ווידער אריינגעלאָזן גאז און דאָס שפּיל קומט פאר פונדאָסנײַ

מיר זעען, אז די קאָלבע פון דעם גאַז־מאָטאָר באַוועגט זיך נישט אַזוי איינפאַך ווי אין דער דאַמף־מאַשין. מיר זעען, אז דער גאַז־מאָטאָר נויטיקט זיך אין מכשירים, וועלכע זאָלן געבן פונקען אין די פּאַסנדע מאָמענטן. מען דאַרף אויך נעמען אין אַכט, אַז דער צילינדער פון א גאַז־מאָטאָר ווערט שטאַרק אָנגעוואַרעמט פון די אויפרייסן, און עס קומט אויס צו קילן אים די גאַנצע צייט פון דער אַרבעט.

אויף צו קילן דעם צילינדער נוצט מען אָדער וואַסער אָדער א לופט־ווענטילאַציע. עס קאָן זיך אויסדוכטן איבער אַלעם דעם, אז א גאַז־מאָטאָר איז א צו קאָמפּליצירטע מאַשין און קאָן נישט אַרבעטן שפּאָרעוודיק. אין דער ווירקלעכקייט זענען די מעלות פון דעם גאַז־מאָטאָר אַזוי גרויס אַז זיי וועגן אַריבער די חסרונות. די הויפּט־מעלות פון דעם גאַז־מאָטאָר זענען צוויי, ערשטנס ווערט דער הייץ־מאַטעריאַל פאַרברויכט דירעקט אין צילינדער פון דער מאַשין, און צווייטנס גיבן די אויפרייסן פון דעם גאַז אַזא הויכע טעמפּעראַטור, וואָס קיין דאַמף־קעסל קען עס נישט דערגרייכן. און דאָס ווייסן מיר, אז וואָס העכער די טעמפּעראַטור איז אַלץ בעסער די אויסנוצונג פון דער ענערגיע, וועלכע שטעקט אין דעם הייץ־מאַטעריאַל.

נאָר זאָל זיין גענוג מיט דער באַשרייבונג פון דעם גאַז־מאָטאָר. לאָמיר בעסער באַטראַכטן דעם באַלאַנס פון אַזא מאָטאָר און זען, וואָס ס'וועט אונז ווייזן די אונטערשטע שורה. אויסמעסטונגען פון א דורכשניטלעכן גאַז־מאָטאָר גיבן אַזא בילד: די פאַרברענטע גאַזן, וועלכע ווערן אַרויסגעשטויסן פון צילינדער, טראָגן אַוועק מיט זיך 30 פּראָצ. פון די 100 פּראָצ. ענערגיע פון דער הייץ מאַטעריאַל; ביי דער קילונג פון דעם מאָטאָר ווערט מען אָן $45_0/^0$ און עס פאַרבלייבט $25_9/^0$ נוצלעכע אַרבעט. קורץ און בינדיק: דער גאַז־מאָטאָר נוצט אויס דעם מאַטעריאַל טאָפּלט אַזוי גוט ווי די דאַמף־מאַשין.

פונדעסטוועגן וואָלט דער גאַז־מאָטאָר געפונען א קנאַפּע פאַרווענדונג, ווען ער וואָלט נישט געקאָנט אויסקומען אָן פּאַרטיקן גאַז, ווען ער וואָלט געווען אָנגעוויזן אויף א צענטראַלע, וואָס ליפערט דעם גאַז. וואָרום אויב שוין יאָ זיין אָנגעוויזן אויף א צענטראַלע, זענען אין א סך באַציאונגען בעסער די עלעקטרישע מאָטאָרן. גאַז־מאָטאָרן, וואָס אַרבעטן אויף גאַז פון א צענטראַלע ווערן געברויכט ווייניק, גרעסערע גאַז־מאָטאָרן פון דעם מין ווערן געברויכט צו מיינסט אין אומטערנעמונגען, וווּ עס באַקומען זיך ברענענדיקע גאַזן ווי א נעבן־פּראָדוקט. אַזוי למשל, האָט מען א סך ברענענדיקע גאַזן ביי דער באַאַרבעטונג פון אייזן־אַרצן, פון די שמעלץ־אויוונס גייען אַרויס מאַסן אָנגעוואַרעמטע

גאַז, וועלכע לאָזן זיך גוט פאַרברענען אין א גאַז־מאָטאָר. דאָס וועל־ביקע איז ביי דער פאַבריקאַציע פון קאָקס. א דאַנק די גאַז־מאָטאָרן שפּאָרט מען איצט איין אין אַזעלכע אונטערנעמונגען א סך ברען־שטאָף, אויסנוצנדיק די גאַזן, וועלכע מען פלעגט פריער פּשוט אַרויסלאָזן פון קוימען אין דער פרייער לופט.

אין פאַלן ווען עס פעלט דער גרייטער גאַז לוינט זיך אַן אַנדערש מאָל אויסצובויען א ספּעציעלע מאַשינעריע, וועלכע זאָל ליפערן דעם גאַז פאַרן גאַז־מאָטאָר. אַלס רוי־מאַטעריאַל פאַר דער אויסאַרבעטונג פון דעם גאַז קומען אין באַטראַכט ביליקע שטאָפן ווי איינפאַכערע סאָרטן שטיינקוילן אָדער גאָר פאַרשיידענע מינים אָפּפאַל פון טעכנישער אָדער לאַנדווירטשאַפטלעכער פּראָדוקציע. גאַז־מאָטאָרן מיט אַזוינע „גאַז־גע־נעראַטאָרן" ווערן צו מייסט געברויכט אין גרעסערן פאַרנעם. אין שפּע־טערדיקן קאַפּיטל וועגן אויטאָמאָבילן וועלן מיר זיך באַקענען מיט פּרוּוון צו בויען גאָר קליינע גאַז־מאָטאָרן מיט אייגענע גאַז־גענעראַטאָרן.

די מייסטע קליינע און מיטעלע גאַז־מאָטאָרן אַרבעטן נישט אויף גאַז, נאָר אויף פליסיקע ברען־מאַטעריאַלן. ווי נאַפט, בענזין און דאָסגלייכן. די דאָזיקע, אַזוי גערופענע, לייכטע ברען־פליסיקייטן אָדער לייכטע אייל גיבן אַרויס פון זיך דאַמף ביי א לייכטער אָנוואַרעמונג. ד. ה. זיי פאַרוואַנדלען זיך לייכט אין א גאַזיקן ברען־שטאָף, דעריבער איז גענוג צו מאַכן א קליינע ענדערונג אין דעם פריער באַשריבענעם גאַז־מאָטאָר, כדי מען זאָל אים קענען שפּייזן מיט א פליסיקייט. מען דאַרף צוגעבן אַן אַפּאַראַט, וווּ די פליסיקייט ווערט פאַרוואַנדלט אין גאַז און אויס־געמישט מיט לופט, אַזא אַפּאַראַט פאַרנעמט נישט קיין סך אָרט, און די איצטיקע גאַז־מאָטאָרן ווערן טאַקע געבויט מיט אַזעלכע אַפּאַ־ראַטן.

דער גאַז־מאָטאָר מיט אַן אויפרייס פון דעם ברען־שטאָף ביי יע־דער נוציקער באַוועגונג פון דער קאָלבע איז נאָך נישט דאָס לעצטע וואָרט פון דער טעכניק. דער דייטשער אינזשעניער רודאָלף דיזעל (גע־בוירן 1858, געשטאָרבן 1913) האָט פּאַראייביקט זיין נאָמען, אויסגע־פינענדיק א מאָטאָר, וועלכער אַרבעט נאָך שפּאָרעוודיקער ווי דער גאַז־מאָטאָר. דער דיזעל־מאָטאָר איז לויט זיין פּרינציפּ ענלעך צו דעם גאַז־מאָטאָר, ער אַרבעט אויף פליסיקע ברען־שטאָף. ביי דער ערשטער באַ־וועגונג פון דער קאָלבע ווערט אין צילינדער אַריינגעלאָזן לופט, ביי דער צווייטער באַוועגונג ווערט די לופט צונויפגעפּרעסט און פון דעם גרויסן דרוק ווערט זי שטאַרק אָנגעהיצט. ביי דער דריטער באַוועגונג פון דער קאָלבע ווערט אין צילינדער אַריינגעשפּריצט דער פליסיקער

ברען-מאַטעריאַל, אַ דאַנק דער גרויסער היץ ווערט די פליסיקייט גלייך פאַרברענט און אַנטוויקלט אַ פולע גאַז, וועלכע שטויסן אַרויס די קאָל-בע. ביי דער פערטער באַוועגונג ווערן אַרויסגעלאָזן די אָפּגעאַרבעטע גאַזן. דער דיזעל-מאָטאָר נוציקט זיך נישט אין מכשירים, וועלכע דאַרפן געבן די פונקען אויף אָנצוצינדן דעם גאַז-געמיש, און דאָס איז זיין מעלה, אַקעגן דעם איז ער קאָמפּליצירטער פאַר אַן איינפאַכן גאַז-מאָטאָר, ווייל ער דאַרף האָבן אַ „קאָמפּרעסאָר", אַ מאַשינעריע אויף צו ליפערן געפּרעסטע לופט. דער ברענמאַטעריאַל מוז אַריינגעשפּריצט ווערן אין צילינדער מיט געפּרעסטע לופט, וואָרום אַנדערש וועט ער נישט בייקומען דעם דרוק אין צילינדער.

דיזעל-מאָטאָרן בויט מען צוליב דעם אין גרויסן פאָרמאַט און דער-ביי ווייזן זיך אַרויס זיינע גרויסע מעלות. דער דיזעל-מאָטאָר נוצט אויס דעם ברענמאַטעריאַל אויף גאַנצע 35 פּראָצ. ער איז אין דריי-מאָל שפּאָ-רעוודיקער פאַר אַן איינפאַכער דאַמף-מאַשין. אַריבערגעפירט אויף געלט, איז די עקאָנאָמיע פון דיזעל-מאָטאָר נאָך גרעסער, וואָרום ער קען אַרבעטן אויף די ביליקע, אַזוי גערופענע, שווערע ברען-פליסיקייטן ווי מאַזוט און אַנדערע.

6

מיר האָבן באַשריבן די מעלות פון דעם גאַז-מאָטאָר און פון דעם דיזעל-מאָטאָר אַקעגן דער דאַמף-מאַשין. מיר האָבן געזען, אַז די נייע באַוועג-מאַשינען אַרבעטן 2 און 3 מאָל שפּאָרעוודיקער פאַר די אַלטע. דער חשבון אונזערער איז געווען אַ וויכטיקער, אָבער אַ איינזייטיקער. מיר האָבן נישט געפרעגט ביז אַהער, ווי האַלט עס מיט די פרייזן אויף פאַרשיידענע ברען-מאַטעריאַלן. וואָרום אויב, למשל, בענזין זאָל קאָסטן דאָפּלט אָדער דרייפאַך ווי האָלץ און שטיינקוילן, וועט אונזער חשבון אויפהערן צו זיין ריכטיק. נאָר עס וועט זיין פאַלש אויב מיר וועלן פשוט נעמען די פרייזן פון פאַרשיידענע ברען-שטאָפן און פאַרגלייכן זיי צווישן זיך. אום צו באַקומען אַ בילד, וואָס אַנטשפּרעכט דער ווירקלעכקייט מוזן מיר פאַרגלייכן די ברען-מאַטעריאַלן נישט לויט וואָג אָדער פאַרנעם, נישט לויט דעם פרייז פון אַ קילאָגראַם און ליטער, נאָר מיר דאַרפן מעסטן די אַרבעטס פעיקייט, וואָס שטעקט אין דעם ברען-שטאָף. לאָמיר נעמען אַ סכום שטיינקוילן, וואָס קאָן ביי אַ פולשטענ-דיקער פאַרברענונג אויפטאָן 100 מאָס אַרבעט און לאָמיר זאָגן, אַז דער מאַרק-פרייז פון דעם דאָזיקן סכום שטיינקוילן באַטרעפט 1 דאָלאַר. כדי

דורכצופירן א פאַרגלייך מיט א פליסיקן ברען-שטאָף, למשל, מיט בענזין, מוזן מיר נעמען אזא סכום בענזין, וואָס קאָן אויפטאָן ביי פולשטענדיקער אויסנוצונג דיזעלביקע 100 מאָס ארבעט. לאָמיר זאָגן, אז דער דאָזיקער קוואַנטום בענזין קאָסט היינט 3 דאָלאַר. איצט קאָנען מיר אריבערגיין צו פאַרגלייכן די הוצאה אויף ברען-שטאָף פאַר צוויי קאַטעגאָריעס מאָטאָרן. פאַרברענענדיק אין א דאמף-מאשין דעם אָנגעוויזענעם סכום [illegible] וועלן מיר באקומען נוציקע ארבעט 10 פראָצ. וואָרום 90 פראָצ. וועלן מיר אָנווערן אין דער מאשין. פאַר דעם אויסגעגעבענעם דאָלאַר וועלן מיר האָבן 10 מאָס ארבעט, דאָס הייסט א מאָס ארבעט וועט אונז קאָסטן 10 סענט. לאָמיר איצט פאַרברענען אין א גאַז-מאָטאָר דעם אָנגעוויזענעם סכום בענזין. אין דעם מאָטאָר וועט גיין אין גיוועץ 75 פראָצ., און פאַר אונזערע 3 דאָלאַר וועלן מיר האָבן 25 מאָס נוציקע ארבעט, אנדערש גערעדט, איין מאָס ארבעט וועט אונז איצט קאָסטן 12 סענט. דער גאַז-מאָטאָר שטעלט זיך ארויס אין דעם פאַל טייערער ווי א דאמף-מאשין, וואָרום דער הויכער פרייז פון בענזין האָט אריבערגעוויגן די טעכנישע עקאָנאָמישקייט פון דעם מאָטאָר.

דער פראַקטישער טעכניקער מוז שטענדיק מאכן אזעלכע אויסרעכענונגען, נאָך דעם, ווי ער האָט ריין טעכניש בארעכנט דעם נוצן פון דעם אָדער יענעם מאָטאָר, מוז ער דערנאָך אלץ אריבעררעכענען אויף געלט. וואָס אנבאַלאַנגט דעם טעכנישן חשבון, זענען מיר ביז אהער אויך געווען אויסערסט איינזייטיק. מיר האָבן גענומען אין אכט בלויז איין זאך: ווי אזוי די אָדער יענע מאשין נוצט אויס דעם ברען-מאטעריאל, ביי דער ווירקלעכער ארבעט פון א מאָטאָר קומען דאָגעגן אין באַטראַכט נאָך א סך אנדערע זאכן.

פריער פאַר אלץ קומט דער קאַפּיטאַל אויף איינצושאפן דעם מאָטאָר. די צינזן אויף דעם דאָזיקן קאַפּיטאַל געהערן צו דער לויפנדיקער הוצאה צוזאמען מיט א געוויסן פראָצענט אויף צו דעקן די אָפּנוצונג פון מאָטאָר. ווען א קליינע דאמף-מאשין, למשל, קאָסט טייערער פאַר א גאַז-מאָטאָר איז דאָס א נייע מעלה פון לעצטן. ווייטער גייען די הוצאות אויף באַדינגונג, שמיר-אייל, א. אנדערע. א דיזעל-מאָטאָר, למשל, איז שפּאָרעוודיקער פאַר אָן איינפאכער דאמף-מאשין בנוגע צום ברען-מאטעריאל, אָבער ער פאַרלאַנגט מער שמיר-אייל.

אזוי ארום איז נישט לייכט צו מאכן די ענדגילטיקע קאלקולאציע, וואָסער מאָטאָר וועט סוף כל סוף ארבעטן ביליקער און עקאָנאָמישער. קיין אלגעמיינע כללים זענען דאָ נישטאָ, אויף זוי ווייט מיר האָבן דאָ אין זינען פאבריקן און ווארשטאַטן. א סך ווענדט זיך דאָ אָן דער פאָלקס-

ווירטשאַפט פון געגעבענעם לאַנד. אויב דאָס לאַנד פאַרמאָגט אייגענע נאַפט-גרובן, האָט דאָרטן א רעכענונג צו אַרבעטן אויף ברען-פליסיקייטן, און פאַרקערט אויב מען דאַרף פירן פון ווייטע מקומות נאַפט און בענזין, קאָנען די גאַז-מאָטאָרן נישט לוינען. א סך ווענדט זיך אויך אין דער פאַבריקאַציע, למשל, צי איז דאָס א פאַבריק וואָס גייט שטענדיק מיטן פולן גאַנג, אָדער עס מאַכן זיך אין איר צייטן פון שטילשטאַנד, ווען די אויסאַרבעטונג ווערט פאַרקלענערט ביז צו 0,75 אָדער ביז צו א העלפט. אין לעצטען פאַל, וואָלט א דאַמף-טורבינע נישט גענוצט, וואָרום ביי פאַרקלענערטער אַרבעט קאָסט זי כמעט דאָסזעלביקע ווי ביי פולער אַרבעט.

אויסער דעם אַלעם קומען נאָך אין באַטראַכט פאַר פאַבריקן און וואַרשטאַטן די עלעקטרישע מאָטאָרן דאָס זענען מאָטאָרן וואָס אַרבעטן נישט דירעקט אויף ברענמאַטעריאַלן. צווישן זיי צוויי גלידער פון דער קייט: הייץ-מאַטעריאַל — מעכאַנישע אַרבעט ווערט דאָ אַריינגעגעבן נאָך א גליד: דער עלעקטרישער שטראָם. דער עלעקטראָמאָטאָר ווערט געשפייזט מיט עלעקטרישן שטראָם, דער שטראָם ווערט געליפערט פון דער צענטראַלע, וווּ עס זענען פאַראַן דערצו ספּעציעלע מאַשינען, די אַזוי גערופענע דינאַמאָ מאַשינען. וועגן די עלעקטרישע מאָטאָרן וועלן מיר דאָ נישט רעדן. דאָס איז א געביט, וואָס פאָדערט א באַזונדער באַהאַנדלונג. וועגן אַלע אַנדערע באַשריבענע מאָטאָרן וועלן מיר מאַכן איצט די אַלגעמיינע באַמערקונג, אַז די דאַמף-מאַשין פאַרבלייבט נאָך דערווייל דער פאַרברייטעסטער מאָטאָר. אויף דעם געביט פון מיטעלן און גרעסערן געברויך פון מעכאַנישער אַרבעט קאָנקורירן מיט איר די טורבינעס און דער דיזעל-מאָטאָר, אין קלענערע אונטערנעמונגען זענען אירע שטאַרקסטע קאָנקורענטן דער עלעקטרישער מאָטאָר און דער גאַז-מאָטאָר. ווענדן מיר זיך איצט צו די מאָטאָרן, וואָס ווערן געברויכט צו קאָמוניקאַציע, זעען מיר אַן אַנדער בילד. דאָ האָבן די נייע מאָטאָרן אָפּגעהאַלטן זייערע גרעסטע נצחונות.

7

ווען א פאַבריק שטעלט איין ביי זיך א נייעם מאָטאָר, וועלכער אַרבעט עקאָנאָמישער און פאַרקלענערט די הוצאה אויף מעכאַנישער אַרבעט, ווערט דער פּרייז פון דער אויסגעאַרבעטער סחורה דורך דעם פאַרביליקט, נאָר אין אַלגעמיינעם נישט אויף קיין סך: אַנדערש איז ביי דער קאָמוניקאַציע. דאָ איז די פאַרביליקונג פון דער מעכאַנישער אַרבעט א

פולע מער אנגעליינגט, דא ברענגט עם גלייך צו ביליקערע טראנספארט-קאסטן, צו א ביליקער פראכט. פונקט אזוי וויכטיק ווי די עקאנאמישקייט פון מאטאר, אויב נישט נאך וויכטיקער, איז דא די פארקלענערונג פון זיין געוויכט. וואס לייכטער דער מאטאר אליין, אלץ מערער משא קאן ער שלעפן ביי די זעלביקע הוצאות. ביי דער קאמוניקאציע אויפן וואסער נעמט מען אין אכט אויסער דער געוויכט פון מאטאר אויך דאס געוויכט פון ברען-מאטעריאל, וועלכן ער דארף פירן מיט זיך. דאס לעצטע שפילט א ערשט-קלאסיקע ראלע פאר די גרויסע אקעאנישע שיפן, וועלכע פארן אין ים טעג לאנג און מוזן זיך אויף פארויס באזארגן מיטן הייץ-מאטעריאל פאר דער גאנצער רייזע. ווען אזא שיף קען פארבייטן זיין מאטאר מיט אן אנדערן, וואס פארברויכט א העלפט ברען-שטאף, געווינט די שיף א מאסע פלאץ פאר פאסאזשירן אדער פאר סחורה. מען געווינט צייט, וואס איז נויטיק געווען אויף אנצולאדן דעם איינגעשפארטן ברען-מאטעריאל און אז. וו.

אזוי ווי ברען-פליסיקייטן פארנעמען ווייניקער ארט ווי שטיינקוילן, האט מען אויף די גרויסע אקעאנישע שיפן פארביטן שטיינקוילן אויף פליסיקע ברען-מאטעריאלן, איבערלאזנדיק צוערשט די אלטע דאמף-מאשינען, שפעטער איז די דאמף-מאשין כסדר ארויסגעשטויסן געווארן דורך דעם דיזעל-מאטאר און דורך די דאמף טורבינען.

א קליינע ריי צאלן גיט בעסער פאר אלץ צו פארשטיין וואס מען האט דערביי געוווּנען. פאר יעדער הונדערט פערד-קרעפטן האט א געוויינלעכע דאמף-מאשין אויפגעגעסן אין א שעה צייט 68 קילאגראם שטיינקוילן; ווען מען איז אריבער צו ברען-פליסיקייטן האט שוין געקלעקט 42 קילאגראם ברען-אייל, און ביים איינשטעלן א דיזעל-מאטאר איז מען אויסגעקומען מיט 21 קילאגראם פאר די זעלביקע הונדערט פערד-קרעפטן. גאר אין די לעצטע יארן האבן די שיפן נאך מערער געוווּנען פון די נייע מאטארן. די טעכניק האט זיך דערשלאגן צו א גרויסער פארקלענערונג סיי אין געוויכט, סיי אין פארנעם פון די שיפס-מאשינען, און די נייע גרויסע שיפן נוצן מער איבערהויפט נישט די אלטע דאמף-מאשין, זיי ווערן געבויט אויסשליסלעך מיט דאמף-טורבינען אדער מיט דיזעל-מאטארן.

אין יאר 1926 זיינען די מייסטע ניי-געבויטע שיפן באזארגט געווארן מיט דאמף-טורבינען. אבער דער דיזעל-מאטאר פאר שיפן מאכט אויך גרויסע ערפאלגן. נאך גאר ניט לאנג האט מען געבויט בלויז קליינע און מיטל-גרויסע מאטאר-שיפן און מען האט געהאלטן, אז פאר די גאר גרויסע שיפן

איז אומבאדינקט נויטיק דאמף. איצט אקעגן דעם זיינען שוין פאראן מאָ־טאָר־שיפן פון 20 און 30 טויזנט טאָן די גרויס.

אויב מען פאָרט איצט איבער די אָקעאנען גיכער און ביליקער ווי פריער, האָט מען עס צו פארדאנקען די נייע עקאָנאָמישע און לייכטערע מאָטאָרן. דאָס איז אָבער אַ קלייניקייט אין פארגלייך מיט דעם, וואָס די נייע מאָטאָרן האָבן אויפגעטאָן אויף די געביטן פון אויטאָמאָביליזם און לופט־פליערײ.

אין פארגאנגענעם יאָרהונדערט זענען נישט איינמאָל געמאכט גע־וואָרן פרוון צו שאפן אָמניבוסן און גרויסע משא־וואָגנס מיט מעכא־נישער קראפט. מען האָט זיך באנוצט דערצו מיט באוועגלעכע דאמף־מאשינען, נאָר אָן דערפאָלג. אַ לייכטער לאָקאָמאָטיוו, וועלכער זאָל קאָ־נען גיין נישט אויף רעלסן און זאָל האָבן ביי זיך פלאץ פאר פאסאזשירן און סחורה, האָט זיך ארויסגעוויזן פאר נישט פראקטיש: אין די 1880 יאָרן האָבן אייניקע אינזשעניערן צוגעפאסט צו אַ וואָגן דעם גאַז־מאָ־טאָר און דער ערפאָלג איז געווען אויסערגעוויינלעך. דער גאַז־מאָטאָר איז דעמאָלט געווען ווייט פון פארפולקאָמונג, און דאָך האָט ער אויס־גענומען אַ דאנק זיין לייכטקייט. דער גאַז־מאָטאָר האָט באשאפן דעם אויטאָמאָביל, און מען קאָן זאָגן אויף פארקערט, אַז די מאָדערנע אויטאָמאָביל־אינדוסטריע האָט געגעבן דעם וויכטיקסטן שטויס צו דער פארבעסערונג און אנטוויקלונג פון דעם גאַז־מאָטאָר. עס וואָלט זיך געפאָדערט אַ באזונדער אָפהאנדלונג, כדי צו באשרייבן די וואַנדלונגען פון דעם גאַז־מאָטאָר פון זיין ערשטן אָנפאנג ביז צו די איצטיקע פאָרמען. דאָ וועלן מיר יוצא זיין מיט באצייכענען איין איינגנשאפט פון דעם גאַז־מאָטאָר, וועלכע איז געווען באזונדערס גינסטיק אויף פאר אים אין פאָרן אויטאָמאָביל.

אקוראט ווי מען קאָן אין אַ וואָגן איינשפאנען עטלעכע פערד, כדי צו פאָרן גיכער, אזוי קאָן מען איין אקס באוועגן פאראמאָל מיט עט־לעכע גאַז־מאָטאָרן אָנשטאָט מיט איינעם. נאָך מערער אַ פאראייניקונג פון עטלעכע גאַז־מאָטאָרן. אזוי צו זאָגן אַ שפאן פון גאַז־צילינדערס גיט דער אקס יענע רואיקע און גלייכמעסיקע באוועגונג, וועלכע מען איז געוויינט צו שעצן אין אַ אויטאָמאָביל. דאָס דערקלערט זיך אָט ווי אזוי. די קאָלבע אין צילינדער פון מאָטאָר באוועגט די אקס, ווי מיר האָבן פרי־ער באשריבן בלויז איינמאָל אויף יעדע פיר שריט: און ווען מען נעמט פיר צילינדערס קען מען זיי איינרעגולירן, אַז די אקס זאָל לויט דער ריי נאָך געדרייט ווערן דורך אלע פיר קאָלבעס, און אזא קאָמבינאציע פארשטארקט די גלייכמעסיקייט אין דער באוועגונג.

אַנשטאָט צו בויען גרויסע מאָטאָרן מיט גרויסע צילינדערס, איז די אויטאָמאָביל־טעכניק דערפאַר אַוועק אין דער ריכטונג פון צונויפ־פאָרן, צונויפגיסן גאַז־מאָטאָרן צו פיר, זעקס, אַכט שטיק אין איי־נעם. מען האָט אין דער באַציאונג אַזוי פיל אויפגעטאָן, אַז די מאָ־טאָרן זענען ווירקלעך געוואָרן צונויפגעוואַקסן, האָבן באַקומען אַ סך גע־מיינזאַמע טיילן, און מען באַטראַכט און בויט איצט אַזאַ צונויפגע־שמאָלצענעם מאָטאָר, ווי איין באַוועג־מאַשין מיט עטלעכע צילינדערס. אַ דאַנק דעם איז דער מאָטאָר געוואָרן נאָך לייכטער. די אויסנוצונג פון לייכטע מעטאַלן האָט געבראַכט די טעכניק אַזוי ווייט, אַז מען קאָן בויען מאָטאָרן, וועלכע וועגן קנאַפּע צוויי קילאָגראַם אויף אַ פערד קראַפט און נאָך ווייניקער. (ביי די אַלטע דאַמף־מאַשינעם האָט זייער געוויכט אויסגעמאַכט צו עטלעכע הונדערט קילאָגראַם אויף אַ פערד־קראַפט).

די לייכטקייט פון דעם גאַז־מאָטאָר, וועלכן עס האָט אויסגע־בילדעט פאַר אירע צוועקן די אויטאָמאָביל־טעכניק, האָט ענדלעך גע־געבן דעם מענטש אַ מעגלעכקייט צו פאַרווירקלעכן זיין אוראַלטן חלום. דער מענטש פליט איצט אין דער לופטן, ער טראָגט זיך אין דער לופטן אויף עראָפּלאַנען, וועלכע זענען שווערער פאַר דער לופט, און דער לעבנס־נערוו פון יעדן עראָפּלאַן איז זיין מאָטאָר, דער ספּעציעל גע־בויטער גאַז־מאָטאָר.

אַלע צווייגן פון דער מאָדערנער טעכניק האָבן געמוזט מיטהעלפן צו שאַפן דעם מאָטאָר פאַר דער לופט־פליערײ. די אויטאָמאָבילן האָבן געלייגט דעם גרונט־שטיין צו דעם מאָטאָר, די מעכאַנישע און די כע־מישע טעכניק האָבן געליפערט קונציקע מיטלען צו מאַכן דעם מאָטאָר נאָך לייכטער און שטאַרקער דורך נייע מעטאַל־געשמעלצן און בעסערע מעטאָדן פון זייער באַאַרבעטונג. אויך דאָס פאָרן אין דער לופטן אויף לופט־שיפן, וועלכע זענען לייכטער, פאַר דער לופט איז אויסגעוואַקסן אַ דאַנק דיזעלבע לייכטע גאַז־מאָטאָרן.

אויפן וואַסער, אויף דער יבשה, אין דער לופטן — אומעטום אין דער קאָמוניקאַציע, האָבן די נייע מאָטאָרן אַרויסגערופן אַן איבערקע־רעניש. זיי האָבן עס אויפגעטאָן אין פאַרלויף פון קנאַפּע צענדליקער יאָרן, און זיי האָבן נאָך נישט געזאָגט זייער לעצטן וואָרט. אָן אַן אויפהער אַרבעט די טעכניק ווייטער און קומט צו אַלץ נייע דערגרייכונגען. כדי אַרויסצובאַקומען פון דעם אויטאָמאָביל־מאָטאָר וואָס מע־רער אַרבעט, ווערן צוגעטראַכט מיטלען אויף אַריינצוגעבן אין זיינע צי־לינדערס וואָס מערער ברענשטאָף און אויף צו פאַרגיכערן דעם לויף פון

די קאָלבעס אין די צילינדערס. דער דיזעל-מאָטאָר ווערט פֿאַרפֿולקאָמט אין צוויי ריכטונגען, עס ווערן געבויט אַלץ גרעסערע דיזעל-מאָטאָרן, ביז פֿופֿצן טויזנט פֿערד-קראַפֿט אין איין מאַשין, פֿון דער אַנדער זייט בויט מען קלענערע דיזעל-מאָטאָרן מיט פּאָמפּעס אויף איינשפּריצן דעם ברענשטאָף, וועלכע מאַכן איבעריק די נישט באַקוועמע קאָמפּרעסאָרן און עס האַלט דערביי, אַז לייכטע דיזעל-מאָטאָרן זאָל מען קענען שטעלן אויף אויטאָמאָבילן. עקשנותדיק אַרבעט מען אַרום דער פֿאַרבעסערונג פֿון דער טורבינע. מען וויל פֿאַראייניקן אין איר די דירעקטע דריי-באַוועגונג מיט דעם נוצן פֿון די גאַז-אויפֿרייסן. מען וויל שאַפֿן אַ גאַז-טורבינע, וועלכע זאָל דירעקט אויסנוצן די ענערגיע פֿון דעם ברענשטאָף, אָן דער פֿאַרמיטלונג פֿון דאַמף. די גרעסטע שוועריקייט באַשטייט אין געפֿינען אַ מעטאַל, וועלכער זאָל אויסהאַלטן די באַשטענדיקע גרויסע היץ, וועלכע מוז הערשן אין אַזאַ גאַז-טורבינע, און פֿריער אָדער שפּעטער וועט מען בייקומען די שוועריקייט. אַלע נייע מאָטאָרן שטרעבט מען צו פֿאַרביליקן, איבערבויענדיק זיי, אַז זיי זאָלן קענען געברויכן די ביליקע שטאָפֿן פֿון די שווערע אייַלן.

האָם זענען אַלץ אויסבעסערונגען און פֿאַרפֿולקאָמונגען פֿון די איצט ווירקנדיקע מאָטאָרן. און ווער ווייסט, צי וועלן נישט צוגעטראַכט ווערן מאָטאָרן, וועלכע וועלן ווייט איבערשטייגן די איצטיקע דורך דער אויסנוצונג פֿון אַ נייעם, נאָך אומבאַקאַנטן פּרינציפּ.

8

די אָקאָרשט באַרירטע פּערספּעקטיוון פֿון דער צוקונפֿט לאָמיר לאָזן אָן אַ זייט: מיר מוזן פֿאַרענטפֿערן אַ פֿראַגע, מיט וועלכער עס איז פֿאַרבונדן דער גורל פֿון די נייע מאָטאָרן. זיי זענען אַלע אָנגעוויזן אויף פֿליסיקע ברענשטאָפֿן, וועלכע באַקומען זיך פֿון נאַפֿט, און מיר ווייסן (קאַפּיטל זעקס), אַז דער דאָזיקער מין האַלט אין אויסנעמען זיך. צו וואָס זשע טויגן אַלע נייע מאָטאָרן, אויב עס וועט נישט זיין מיט וואָס זיי צו שפּייזן!

נאָך איידער מען האָט זיך איבערצייגט, אַז מיר האַלטן שמאָל מיט נאַפֿט איז אָנגעמערקט געוואָרן אַ אויסוועג פֿון דער צרה. די נאַפֿט-פּראָדוקטן האָבן שטענדיק געקאָסט טייערער פֿאַר שטיינקוילן, און אַ חוץ דעם זיינען פֿאַראַן לענדער, וועלכע האָבן נישט קיין אייגענע נאַפֿט-גרובן און זיינען אָנגעוויזן אויפֿן אימפּאָרט פֿון דעמדאָזיקן פּראָדוקט. דערפֿאַר האָט מען לאַנג שוין גענומען טראַכטן, אפֿשר איז מעגלעך

ארויסצובאקומען ברענ־פליסיקייטן פשוט פון שטיינקוילן, און סוף־כל־סוף איז די דאזיקע טעכנישע אויפגאבע פארענטפערט געווארן.

דער בארימטער פראנצויזישער כעמיקער בערטעלא האט מיט א יאר 60 צוריק אנגעוויזן א מיטל ווי צו דערגרייכן דעם ציל. נעמענדיק אין אכט, אז בענזין באשטייט כעמיש פון קוילנשטאף און וואסער־שטאף, האט ער פארגעלייגט צו באהאנדלען שטיינקוילן אונטער א הויכן דרוק מיט וואסערשטאף און אזוי ארום צו באקומען ברענ־אייל. אין זיין צייט איז די טעכניק נישט געווען פאראינטערעסירט אין דעם פראבלעם און קיין פאבריקאציע לויט זיין רעצעפט איז נישט צושטאנד געקומען אין די שפעטערדיקע יארן האט מען זיך דערמאנט אן בערטעלאס פארשלאג, נאר מען האט זיך אנגעשטויסן אויף גרויסע טעכנישע שוועריקייטן. עס האבן זיך נישט געלאזט בויען אין א גרויסן פארנעם די מאשינען, וועלכע זאלן ארבעטן, ווי דער פראנצויזישער כעמיקער האט געהייסן.

טיילווייז איז פונדעסטוועגן געלונגען צו פארענטפערן די פראגע מיט אנדערע מיטלען. מען האט זיך אויסגעלערנט ארויסצובאקומען פון שטיינקוילן א פליסיקן ברענמאטעריאל, ווי א נעבן־פראדוקט אין די גאזאווניעס. דער לייכטגאז, ווי ער ווערט געבילדעט פון שטיינקוילן אין א גאזאווניע אדער בשעתן איבערארבעטן שטיינקוילן אויף קאקס, איז אויסגעמישט מיט פארשיידענע שטאפן, פון וועלכע מען דארף דעם גאז רייניקן. אט צווישן די שטאפן, וועלכע מען שיידט אוים פון דעם לייכט־גאז, געפינט זיך בענזאל. בענזאל איז אזוי נוציק ווי בענזין און וואלט געקאנט אינגאנצן פארבייטן אפשר דעם בענזין, ווען מען זואלט אים פראדוצירט אין א גרעסערן קוואנטום. דאס לעצטע איז אוממעגלעך, ווא־רום בענזאל בילדעט קוים איין פראצענט פון אלע פראדוקטן, וועלכע אנטשטייען אין די גאזאווניעס.

נאך א זאך האט מען געטון. אין די גאזאווניעס און קאקס־פאב־ריקן בלייבט איבער נאך דער אויסארבעטונג פון גאז און קאקס א סמא־לע, פון וועלכער עס לאזט זיך אויסדיסטילירן א ברענ־אייל, נישט אזא גוטער ווי בענזין, אבער פארט א ברענ־אייל. מען האט זיך פארטראכט, טאמער קאן מען אזוי פירן די גאז־פראדוקציע, אז עס זאל איבערבלייבן וואס מערער אייל. די דאזיקע סאמיונגען האבן געבראכט צום ציל. ווען מען באארבעט שטיינקוילן ביי א נידעריקערער טעמפעראטור, נישט ביי אזא הויכער, ווי אין די גאזאווניעס, באקומט מען טאקע מערער ברענ־אייל ווי געוויינלעך.

פונדעסטוועגן איז די אלגעמיינע פראגע וועגן קינסטלעכן בענזין נאך אלץ געבליבן אפן, ווארום דער אקארשט באשריבענער אופן פאר־

וואנדלט אין אייל נישט מער ווי 5 פראצ. פון דעם שטיינקוילן. און ווידעראמאל באקומט זיך א ערגערער ברען-אייל, וועלכער קאן זיך נישט גלייכן מיט בענזין.

אלץ אפטער האט מען זיך דערמאנט אן בערטעלאס אמאליקן פארשלאג און אין יאר 1925 האט זיך ענדלעך איינגעגעבן צו פאר-ווירקלעכן זיינע געדאנקען. דער היידעלבערגער פראפעסאר בערגיוס האט באשאפן א פאברזק אויף צו פארפליסיקן שטיינקוילן. העכער 10 יאר האט ער געארבעט ארום דעם, און האט ענדלעך געוויזן א וועג אויף אויסצוארבעטן קינסטלעכן בענזין, דער אויסגאנג-מאטעריאל פון זיין פאבריקאציע איז שטיינקוילן. די קוילן ווערן צוריבן. אויסגעמישט מיט פעך פון שטיינקוילן, און דאס געמיש קומט אריין אין געפעסן, ווו עס טרעפט זיך מיט וואסערשטאף. אין די געפעסן הערשט א הויכע טעמפעראטור און א הויכער דרוק, און א דאנק דעם בילדעט זיך א מין קינסטלעכער רויער נאפט. די דאזיקע פליסיקייט ווערט אין דער פאב-ריק גופא דיסטילירט און איבערגעארבעט אויף קינסטלעכע בענזין מיט ענלעכע ברען-איילן. די בערגיוס-פאבריקאציע איז אומשטאנד צו פאר-וואנדלען אין פליסיקע ברענמאטעריאלן א בארייטנדיקן טייל שטיינקוילן ביי גינסטיקע באדינגונגען, ווען די פאבריק קאן אויסנוצן גרייטן וואסער-שטאף גאז, וועלכער באקומט זיך ווי אן אפפאל פון אנדערע פראדוק-ציעס זאגט מען, אז פון א טאן שטיינקוילן באקומט זיך ביז צו א האלבן טאן פליסיקע ברענמאטעריאל.

די פראנצויזן און די דייטשן האבן איצט ארויסגעפונען נאך א צווייטן מיטל פון פארפליסיקן שטיינקוילן. און דא ווערט באנוצט שטיינ-קוילן און וואסערשטאף, אבער דער שכל פון דעם פראצעס איז לגמרי אן אנדערער. אין דער מאשינעריע באהעפטן זיך וואסערשטאף מיט גאז פון שטיינקוילן. און א דאנק דער הויכער טעמפעראטור, דעם הויכן דרוק און ספעציעלע צוגאב-שטאפן (אזוינערופענע קאטאליזאטארן) אנטשטייט האלץ-שפירטוס. דער דאזיקער שטאף איז אויך א גוטער ברענמאטער-יאל, און איז באקאנט נישט פון היינט אן. האלץ-שפירטוס ווערט ארויס-געארבעט אויך אין אנדערע קאנטן, און דער נאמען באוויזט, אז מען באקומט אים ביי אונז פון האלץ. דערפאר איז דאס א טייערער פראָ-דוקט, וועלכער האט נישט געקאנט קאנקורירן מיט בענזין, איצט, ווען מען וועט דעם האלץ-שפירטוס אדער מעטיל-אלקאהאל (ווי ער הייסט אין דער כעמיע) באקומען פון שטיינקוילן, וועט ער מוזן ווערן א סך ביליקער.

איצט קומט דאס דריטע, דער דייטשער פארשער פראנץ פישער

איז נאָך לאַנגיאָריקע באַמיאונגען געקומען אין יאָר 1926 צו אַ שפּאָגל־נייע פאַבריקאַציע פון קינסטלעכן בענזין. זיין פאַבריקאַציע נויטיקט זיך נישט אין קיין הויכע דרוקן, די מאַשינעס אַרבעטן בײַ געוויינלעכן דרוק און פאָדערן מער נישט אַ געוויסן גראַד פון היץ. דער אויסגאַנג־מאַטער־יאַל איז שטיינקוילן, אָדער ביליקע קאָקס. די שטייקוילן ווערן ביי אַ הויכער טעמפּעראַטור געבראַכט אין באַרירונג מיט געוויינלעכן וואַסער־דאַמף. דער קוילן־שטאָף באַהעפט זיך דעמאָלט מיטן זויער שטאָף פון וואַסער צו אַ גאַז, און אויסער דעם בילדעט זיך וואַסער־שטאָף־גאַז. אָט דער געמיש פון די ביידע גאַזן, ווערט ביי אַ הויכע טעמפּעראַטור אַריינגעפירט אין אַ מאַשינעריע, וועלכע אַנטהאַלט „קאַטאַליזאַטאָרן“, קאַטאַליזאַטאָרן זיינען אַזוינע מעטאַלענע שטאָפן, וועלכע ווערן אַליין נישט פאַרבראַוכט, בשעת די כעמישע פאַרוואַנדלונגען, און גייען נישט אַריבער אין די ענדפּראָדוקטן אָבער פאַרמאָגן די זעלטענע מעלה, וואָס זיי טרייבן צו, פאַרגיכערן די כעמישע פאַרוואַנדלונגען פון די אַרומיקע שטאָפן.

פישערס אויפטו איז באַשטאַנען דערין, וואָס ער האָט געזוכט און געפונען פּאַסיקע „קאַטאַליזאַטאָרן“, אַ דאַנק וועלכע דער גאַז־געמיש פון קוילן און וואַסער־שטאָף ווערט פאַפּליסיקט צו קוילן־וואַסערשטאָפן, ד. ה. ברען־אייל. די אונטערשטע שורה איז, אַז פון אַ קוביק מעטער גאַז־געמיש באַקומט זיך 100 גראַם קינסטלעכע נאַפט ד. ה. אַ געמיש פון קינסטלעכע בענזין מיט קינסטלעכע שווערע אייל. די אַנאַליזן האָבן געוויזן, אַז דער נייער קינסטלעכער בענזין פאַרמאָגט אַלע אייגנשאַפטן פון דעם נאַטירלעכן פּראָדוקט, און דאָס איז נישט קיין „ערזאַץ“, נאָר אַן עכטער שטאָף.

אין דער פאַך־פּרעסע גייט איצט אַ פּאָלעמיק אַרום דעם נייעם בענזין. די אָנהענגער ווייזן אָן, אַז דער נייער בענזין וועט קענען קאָנקורירן מיט אַלע אַנדערע סאָרטן קינסטלעכע בענזין, ווי אויך מיט נאַפט פּראָדוקטן, מחמת די פאַבריקאַציע נויטיגט זיך נישט אין דרוקן. נאָך אַ מעלה ווערט אָנגעוויזן, אַז דער באַקומענער בענזין אַנטהאַלט נישט קיין צוגעמישטע שטאָפן און פאַרלאַנגט נישט קיין הוצאה אויף ריינירונג. די קעגנער זעען אין אַ חסרון גראָד אין דער אָקאָרשט באַשריבענער מעלה, וואָס מען ווערט פּטור פון הויכן דרוק. זיי טענה'ן אַזוי: די קיינטצייטיקע טעכניק שרעקט זיך נישט פאַר די מאַשינעריעס, וואָס פאַרלאַנגען אַ הויכן דרוק, אַזוינע מאַשינעריעס זיינען געוואָרן אַ טאָג־טעגלעכע דערשיינונג און ווען זיי קאָסטן טייערער, פאַרשפּאָרט מען ביי זיי אַנדערע הוצאות. דהיינו: דער גאַז־געמיש אונטער אַ

שטאַרקן דרוק פאַרנעמט אַ פולע ווייניקער פּלאַץ און בכן קומט מען אויס מיט קלענערע אַפּאַראַטן. די קלענערע אַפּאַראַטן אַנטהאַלטן אַ באַדייטנד קלענערן סכום קאַטאַליזאַטאָרן, און אַזוי ווי די דאָזיקע קאַטאַליזאַטאָרן קאָסטן טייער, באַקומט זיך אַ נייע היפּשע עקאָנאָמיע.

די פּראַקטיק וועט מסתמא אין גיכן געבן די אַנטשיידונג, וועלכער צד איז דאָ גערעכט. דערווייל זיינען נאָך די אַלע אופנים פון פּאַר-פליסיקן קוילן נישט אויסגעפּרווט געוואָרן אין אַ גענעריק גרויסן מאַס-שטאַב, און עס קען בכלל נישט געזאָגט ווערן דאָס לעצטע וואָרט אין דער אַנגעלעגנהייט. וויכטיק איז אין דעם מאָמענט נישט דער אויסוואַל צווישן דעם אָדער יענעם אופן, וויכטיק איז דער פאַקט, וואָס עס האָט זיך איינגעגעבן צו באַקומען קינסטלעכע בענזין פון אַזא ביליקן רוי-מאַטעריאַל ווי שטיינקוילן. אויף דעם אופן אָדער אויף אַן אַנדערן דער דוחק אין נאַפט וועט באַזייטיקט ווערן. -

שטיינקוילן האָט גענומען די אויבערהאַנט איבער נאַפט און נאָך מיט אַנדערע מיטלען באַקעמפט שטיינקוילן זיין קאָנקורענץ. עס זיינען איינגעפירט געוואָרן אין דער פּראַקטיק מאַשינעריעס, וועלכע פאַרוואַנדלען שטיינקוילן אין שטויב, כדי דערנאָך צו באַהייצן די דאַמף-קעסלען מיט קוילן-שטויב. אַדאַנק דעם ווערט בעסער אויסגענוצט די ענערגיע פון שטיינקוילן און מען קען פאַרבייטן טייערע סאָרטן שטיינ-קוילן מיט ביליקערע: עס האָלט דערביי, אַז קוילנשטויב זאָל מען קענען דירעקט פאַרברענען אין די צילינדערס פון דיזעל-מאָטאָרן און מען זאָל אין גאַנצן אויסקומען אָן ברען-פליסיקייטן.

דאָס אַלץ גיט רעכט צו זאָגן, אַז שטיינקוילן וועט נאָך אַ לאַנגע צייט בלייבן דער גרונט און דער פונדאַמענט פון דער טעכניק.

IX.

הונדערט יאָר אייזנבאַן.

אויפקום פון די אייזנבאַנען. — אייזנבאַן און לאָקאָמאָטיוו. — אַ ביסל סטאַטיסטיק. — געשיכטע פון לאָקאָמאָטיוו. — וואַגאָנעס, סיגנאַליזאַציע, זיכערקייט פון די פּאַסאַזשירן. — מערקווירדיקע אייזנבאַן-ליניעס. — אויסבליק אין דער צוקונפט.

I

דעם 27 סעפּטעמבער 1825 האָט זיך געעפנט די באַוועגונג אויף דער ערשטער אייזנבאַן-ליניע פון דער ערד. דער אָנהויב איז געווען אַ באַשיידענער. די ערשטע אייזנבאַן-ליניע האָט פאַרבונדן צוויי קליינע ענגלישע שטעט. סטאָקטאָן און דאַרלינגטאָן און האָט געהאַלטן קוים מער ווי 41 קילאָמעטער די לענג. אויף דער דאָזיקער ערשטער באַן האָט נאָך געפעלט דאָס, וואָס מיר האַלטן פאַר דעם עיקר, — דער לאָקאָמאָטיוו. די ערשטע אייזנבאַן איז געבראַכט געוואָרן אין באַוועגונג דורך פערד, בלויז פאַר משא-צוגן האָט מען טיילווייז גענוצט לאָקאָמאָטיוון. און ערשט אין עטלעכע יאָר אַרום זענען אַנשטאָט פערד אויף דער גאַנצער ליניע איינגעפירט געוואָרן לאָקאָמאָטיוון.

די אייזנבאַנען זיינען מיט 100 יאָר צוריק אויפגעקומען אַ דאַנק דער אַנטוויקלונג פון דער קאַפּיטאַליסטישער ווירטשאַפט. ענגלאַנד, וואָס האָט דעמאָלט פאַרנומען דעם אויבנאָן מיט איר אויפבליענדיקער קאַפּיטאַליסטישער ווירטשאַפט, האָט די ערשטע דערפילט די חסרונות פון די דעמאָלדיקע קאָמוניקאַציעס. פון די פּאָרט-שטעט אין לאַנד אַריין און פון די קוילן-גרובן צו די פאַבריק-שטעט און פּאָרטן האָט מען געמוזט טראַנספּאָרטירן אַזוי פיל סחורות, אַז פערד און געוויינלעכע משא וואָגנס, ווי אויך שיפן אויף די קאַנאַלן האָבן עס נישט געקאָנט באַוויזן. עס האָבן זיך געמוזט אַנטוויקלען נייע מיטלען פון קאָמוניקאַציע. עס איז געבוירן געוואָרן די אייזנבאַן און האָט גוואַלטיק גיך באַדעקט

די גאנצע ערד מיט אירע שינעס (רעלסן). עס איז אן אויסערסט אינטערעסאנטע טעמע פאר אן עקאנאמיסט צו באטראכטן, ווי אזוי די פאלקס־ווירטשאפט האט געשטויסן צו נייע ערפינדונגען און פארפולקומענונגען אין די אייזנבאנען, און ווי אזוי די אייזנבאנען האבן פון זייער זייט פארגיכערט די קאפיטאליסטישע אנטוויקלונג. דער עקאנאמיסט קאן א סך דערציילן וועגן דעם, ווי אזוי דער פריוואטער קאפיטאל האט געשאפן די אייזנבאן־ליניעס, ווי גרויס עס איז געווען א דאנק דעם זיין ווירקונג אויף דער פאלקס־ווירטשאפט, און פון דער אנדער זייט — ווי אזוי די אייזנבאנען זיינען געווארן די ערשטע גרויסע מלוכהשע אונטערנעמונגען. מיר וועלן דאס אלץ דא לאזן אין א זייט, מיר וועלן באהאנדלען בלויז די טעכנישע אנטוויקלונג פון די אייזנבאנען.

צוויי גרונט־געדאנקען זיינען פארווירקלעכט אין דער אייזנבאן: געבונדענע קאליע און מעכאנישע שלעפ־קראפט.

עס איז גענוג צו ווארפן אן איבערפלעכלעכן בליק אויף אן אייזנבאן־ליניע, כדי מיר זאלן זיך אנשטויסן אויף דעם ערשטן הויפט־שטריך אירן, אויף דער געבונדקייט פון דער קאליע. דער צוג האט ניט קיין פרייע וואל פון זיין וועג, ער איז איינמאל אויף אלע מאל צוגעבונדן צו דער קאליע, וועלכע איז געבילדעט דורך די אייזערנע שינעס. די שינעס מעגן האבן א פארשידנארטיקן אויסזען, זיי מעגן זיין נישט קיין אייזערנע, דער עיקר איז — וואס זיי בינדן דעם וואגן און צייכענען אן פאר אים א פריער באשטימטן וועג. אין אט דער געבונדקייט ליגט א גרויסע טעכנישע קראפט. די קאליע לאזט זיך אויסבוילדן און קען אננעמען אזא פארם, אז די רייבונג צווישן רעדער און וועג זאל זיין די מעגלעכסט קליינע, 10 מאל קלענער ווי אויף א שאסיי, דאס הייסט, אז די נויטיקע שלעפ־קראפט זאל ביז אויף צען מאל פארמינדערט ווערן. די צווייטע מעלה פון דער געבונדענער קאליע באשטייט דערין, וואס דער צוג ווערט דער איינציקער באלעבאס פון יענעם שטח ערד, וווּ די קאליע איז דורכגעלייגט: די קאליע איז שטענדיק פריי פאר דער באוועגונג פון די צוגן.

ווי יעדער טעכנישער אויפטו, איז אויך די אייזנבאן נישט געבוירן געווארן אין איין טאג. מיט הונדערטער יארן פארן 27 סעפטעמבער 1825 איז שוין געווען פארווירקלעכט דער געדאנק פון א געבונדענער קאליע. עס זיינען פאראן אלטערטום־פארשער, וועלכע מיינען, אז דאס אמאליקע אלטע גריכנלאנד האט געוואוסט אויסצונוצן א קינסטלעך געשאפענע קאליע. אין דער אומגעגנט פון בארימטע הייליקייטן זענען דערמאלט, מיינען זיי, געווען געמאכט פון שטיין אויסגעהאקטע קאליעס, וועלכע

האָבן פאַרלייכטערט דעם צופֿאָר פון די וואָגנס מיט די קרבנות. אַנדערע
זאָגן, אַז דאָס אַלטערטום איז נישט געווען אַזוי ווייט אין דער טעכניק,
און אַז אויב עס זענען פאַראַן שפּורן פון שטיינערנע קאַלייעס, איז דאָס
געווען מערער אַ צופאַל, ווי אַ באַוווסטזיניקע טעכנישע איינריכטונג. דאָס
מיטלאַלטער ווייס שוין אָבער אויך געוויס פון געבונדענע קאַלייעס: עס זע-
נען דערגאַנגען צו אונז אויספירלעכע באַשרייבונגען פון וועגן, וועלכע
זיינען באַשטאַנען פון הילצערנע שינעס אָדער פון הילצערנע מיט אייזן
באַשלאָגענע שינעס. אויף אַזעלכע שינעס (רעלסן) האָבן זיך די רעדער
לייכטער געקייקלט, און דאָס טאַקע איז מען אויסן געווען ביים בויען
אַזעלכע וועגן. איבעריקנס, זיינען דאָס געווען נישט וועגן פאַר דער אַלגע-
מיינער קאָמוניקאַציע, נאָר זיי האָבן געדינט פאַר ספּעציעלע טראַנס-
פּאָרט-צוועקן. מייסטנס פלעגט מען זיי בויען ביי די ערד-גרובנס, און
אויף די שינעס פלעגן פאָרן וועגעלאַך באַלאָדענע מיט פריש אויסגעגראָ-
בענע ערצן.

אין 18-טן יאָרהונדערט האָט ענגלאַנד געהאַט אַ היבש ביסל אַזוי-
נע שינע-וועגן. און אין מיטן פון 18 יאָרהונדערט האָט מען דאָרטן צום
ערשטן מאָל אויסגעבויט אַזאַ וועג נישט פון הילצערנע, נאָר פון אייזערנע
שינעס. מען דערציילט, אַז דער דאָזיקער וויכטיקער שריט פאָרויס איז
געשען צופעליק: דער גרויסער אייזן-פאַבריקאַנט רייגאָלדס איז אין יאָר
1767 געבליבן מיט אַ גרויסן לאַגער גוס-אייזן (טשוגון) און האָט אים נישט
געהאַט ווי אַהינצוטון. ער האָט באַשלאָסן אויסצוגיסן פון דעם אייזן שטאַ-
בעס און אויסצולייגן זיי אָנשטאָט די ביז אַהער געניצטע הילצערנע שי-
נעס. די אייזערנע שינעס האָבן זיך אַרויסגעוויזן פאַר אַזוי פיל פּראַקטיש,
אַז זיי האָבן אַרויסגעשטויסן די הילצערנע.

ווי געזאָגט, האָט די באַוועגונג אויף די שינעס געדינט אויסשליס-
לעך פאַרן טראַנספּאָרט אין די גרובן. די געוויינלעכע קאָמוניקאַציע איז
געלעגן אין די הענט פון די בעלי-עגלות, שפּעטער — פון דער פּאָסט.
ווען די באַוועגונג פון משא און פּאַסאַזשירן האָט זיך פאַרגרעסערט איז
נישט שווער געווען צו פאַלן אויפן שכל, אַז אָנשטאָט צו שלעפּן וואָגנס
אויף אַן איינפאַכן וועג איז גלייכער צו בויען דערצו ספּעציעלע שינעס-
וועגן. אין יאָר 1817 איז פאַרטיק געוואָרן אַ פּלאַן פון דער אייזנבאַן-לי-
ניע צווישן שטאָקטאָן און דאַרלינגטאָן. די הויפּט-זאַך איז דאָ געווען, אַז
מען האָט געפּלאַנעוועט אויסצובויען אַ ספּעציעלע קאַלייע פון שינעס
פאַר די וואָגנס, כדי אַזוי אַרום צו פאַרלייכטערן און פאַרגיכערן די באַ-
וועגונג, אַז די אייזנבאַן-באַוועגונג פאָדערט נאָך אַנדערע ספּעציעלע
איינריכטונגען, ווי לאָקאָמאָטיוון און באַזונדערע וואַגאָנעס, דאָס איז נאָך

דעמאָלט נישט געווען קלאָר. מען האָט געהאַלטן, אַז אַן איינפאַכער וואַגן קען פאָרן איבער די רעלסן, אויב מען זאָל נאָר אַזוי איבערמאַכן די רע־דער, אַז זיי זאָלן נישט אַראָפּשפּרינגען פון די שינעס. וואָס אַנבעלאַנגט דער טרייבקראַפט, איז אין דער קאָנצעפּסיע אויף דער ערשטער אייזנבאַן געווען געשריבן, אַז די באַוועגונג קען פאָרקומען מיט דער הילף פון מענטשן, פערד אָדער אויף אַ וועלכן נישט איז אַנדערן שטייגער. דער אַרבעטספּעציקער לאָקאָמאָטיוו איז נאָך צו יענער צייט נישט געווען גע־שאַפן. די ערשטע אייזנבאַן אויפן אייראָפּעאישן קאָנטינענט, וועלכע האָט זיך געעפנט אין עסטרייך אין יאָר 1828 און האָט געהאַט 64 קילאָמעטער די לענג, איז אויך געווען געטריבן צוערשט מיט פערד. דער שינען־וועג פאַר זיך אַליין האָט געהאַט זיינע מעלות און האָט געקאָנט אין אַ היפּ־שער מאָס פאַרלייכטערן די קאָמוניקאַציע. נאָר אין קיין פאַל וואָלט די אייזנבאַן נישט געקומען צו איר איצטיקער ראָלע, ווען נישט דער לאָקאָ־מאָטיוו.

2

היינט צו טאָג האָבן מיר אויסער דעם דאַמף־לאָקאָמאָטיוו נאָך עלעקטרישע און אַנדערע לאָקאָמאָטיוון. די ערשטע לאָקאָמאָטיוון זיינען, פאַרשטייט זיך, געווען אויסשליסלעך דאַמף־לאָקאָמאָטיוון. זיי האָבן זייער באַזונדער געשיכטע און האָבן זיך צוערשט אַנטוויקלט אומאָפּהענגיק פון דער אייזנבאַן. ־אין יאָר 1784 האָט דזשעמס וואַט אויסגעבויט די ערשטע פּראַקטישע דאַמף־מאַשין, און אויפן שוועל פון 19 יאָרהונדערט האָט מען געמאַכט פּרוּוון צו פאַרבייטן פערד דורך דער קראַפט פון דאַמף. עס זיי־נען אויסגעבויט געוואָרן דאַמף־וואָגנס, דאַמף־אויטאָמאָבילן, ווי מיר וואָלטן זיי איצט אָנגערופן. דער ענגלענדער טרעוויטיק איז געווען צווישן די, וועלכע האָבן אַ פולע געאַרבעט אויף דעם געביט פון די דאַמף־קאַרעטעס, און אין יאָר 1804 איז ער געפאַלן אויף דער וויכטיקער המצאה: אוועקצושטעלן די דאַמף־קאַרעטע אויף רעלסן. דאָס איז געווען זייער אַ וויכטיקער אויפטו, וואָרום אויב די דאַמף־קאַרעטע איז געווען שווער באַוועגלעך און האַמעטנע אויף די פּשוטע שאָסייען. האָט זי אויף די רעלסן נאָר אַנדערש אויסגענומען. פונדעסטוועגן איז טרעוויטיק נישט געוואָרן דער פאָטער פון לאָקאָמאָטיוו. זיין דאַמף־מאַשין אויף רעדער און רעלסן האָט געהאַט גרויסע חסרונות. די דאַמף־אַנטוויקלונג אין דער מאַשין איז געווען שוואַך, און דער דאַמף־וואָגן האָט נישט פאַרמאָגט צו שלעפּן אַ גרעסערע לאַסט.

די קאָנסטרוקציע פון דעם דאָזיקן פּאַר-לאָקאָמאָטיוו איז נאָך אין איין באַציונג געווען א פּאַלשע. מען האָט דעמאָלט געהאַלטן, אַז גלאַטע רעדער אויף גלאַטע רעלסן וועלן זיך וויי‍ניק רייבן, די מאַשין וועט נישט האָבן דעם געהעריקן אָנשפּאַר און וועט נישט גיין פאָרויס. מען האָט דע-ריבער באַזאָרגט די דאַמף-מאַשין מיט צוגאָב-מכשירים, אום זי פעסטער צו באַהעפטן מיט די רעלסן. דאָס זענען געווען אָדער א צאָנראָד אין לאָ-קאָמאָטיוו און דערצו צאָנשטאַנגען ביי די רעלסן. אָדער דאָס זיינען גע-ווען אזעלכע מיני שטעקנס, אייזערנע פיס, וועלכע האָבן געזאָלט שטופּן די מאַשין. גאָר אין אָנהויב איז טרעוויטיק געשטאַנען אויפן ריכטיקן וועג: ער האָט פאָרויסגעזען, אַז דאָס אַלץ איז איבעריק, אַז דער לאָקאָ-מאָטיוו וועט פון זיך אַליין פאַרמאָגן א גענוגנדע רייבונג מיט די רעלסן. נאָר ווען די ערשטע פּראָבעס האָבן זיך אים נישט איינגעגעבן גאָר צוליב אַנדערע סיבות, האָט ער נישט געקאָנט פאַנאַנדערקלייבן זיך אין דער זאַך און האָט זיך געלאָזט איינריידן פון די אינזשיניערן, אַז א לאָקאָמאָטיוו מוז האָבן א צוגאָב מאַשינעריע פאַר שטאַרקערע רייבונג. די דאָזיקע מאַ-שינעריעס פלעגן איינשלינגען א סך ענערגיע, און די פּראָבע-לאָקאָמאָטי-וון האָבן נישט געטויגט. טרעוויטיק האָט געוויזן זיינע ערשטע לאָקאָ-מאָטיוון אויף א באַזונדערע אויסשטעלונג, נייגעריקע זיינען געלאָפן אָנ-קוקן דעם בייזן ווונדער, און ביי א לענגערע נסיעה פלעגן זיך די פּראָבעס שטענדיק אויסלאָזן זייער נישט גינסטיק.

עס האָט געדויערט ווייטערדיקע 25 יאָר, ביז דער לאָקאָמאָטיוו איז געוואָרן א פעסטער באַשטאַנד-טייל פון דער אייזנבאַן. מען האָט זיך אין אָנפאַנג בכלל געשראָקן פאַר א לאָקאָמאָטיוו. די ענגלישע צייטונגען האָבן געשריבן, אַז איבער די לאָקאָמאָטיוון וועלן די קי זיך נישט קענען פּאַשן, הינער וועלן אויפהערן לייגן אייער, פייגלען וועלן פאַרסמט ווערן פונם רויך, די איינוואוינער פון די הייזער ארום דער באַן וועלן לעבן אין איין שרעק פון א שרפה, די פּאַסאַזשירן וועלן ציטערן, טאָמער פּלאַצט דער קעסל, רעגנס וועלן אויסלעשן דעם פייער אין לאָקאָמאָטיוו, א. א. וו. די מעכנישע שוועריקייטן זיינען אויך געווען גרויס, אפילו ווען מען האָט שוין אָפּגעוואָרפן אַלע נישט נויטיקע מאַשינעריעס אויף צו פאַרשטאַרקן די רייבונג. די ערשטע פּראָבע-לאָקאָמאָטיוון זיינען געווען אזוי שוואַך, אַז בשעת מען האָט געבויט די ליניע סטאָקטאָן-דאַרלינגטאָן איז נאָך מעגלעך געווען א פאָרשלאָג, מען זאָל אויסנוצן דאַמף-קראַפט אויף אזא אויסטערלישן שטייגער: אין געוויסע ערטער ביי דער באַן ליניע האָבן גע-זאָלט שטיין דאַמף-מאַשינעס און וויקלען אויף א ראָד א לאַנגן שטריק, וואָס האָט געזאָלט ציען דעם צוג...

די קאָנסטרוקציע פון דעם ערשטן פּראַקטישן לאָקאָמאָטיוו האָט זיך איינגעגעבן געאָרג סטיפענסאָנען. סטיפענסאָן, וועלכער האָט זיך פון א פּשוטן אַרבעטער דערהויבן צו דער מדרגה פון אַן אָנגעזעענעם טעכני־קער, איז געווען טיף איבערצייגט אין דער נוציקייט פון א דאַמף־לאָקאָ־מאָטיוו, און א דאַנק זיין ענערגיע איז צושטאַנד געקומען דער באַרימ־טער לאָקאָמאָטיוו־קאָנקורס פון יאָר 1829. ענגלאַנד האָט דעמאָלט פאַר־מאָגט אַרום 300 קילאָמעטער אייזנבאַנען, און אונטער סטיפענסאָנס אָנ־פירונג האָט מען געבויט א נייע וויכטיקע באַן־ליניע פון מאַנטשעסטער קיין ליווערפּול. סטיפענסאָן האָט געפּועלט ביי די קאָנצעסיאָנערן, זיי זאָלן באַשטימען א קאָנקורס אויף א לאָקאָמאָטיוו, וועלכער זאָל קענען פאַרבייטן פערד אויף דער אייזנבאַן. דער לאָקאָמאָטיוו האָט געדאַרפט שלעפּן א משא דריי מאָל אַזוי גרויס ווי זיין אייגענער געוויכט מיט א געשווינדקייט 16 קילאָמעטער אויף א שעה; פאַר יענער צייט איז דאָס געווען שווערע באַדינגונגען, און קיין איינער פון די דאַמף־וואָגנס, וועל־בע מען האָט ביז צו דעמאָלט געלאָזט פאָרן אויף רעלסן האָט נאָך די דאָ־זיקע באַדינגונגען נישט באַפרידיקט. צו דעם קאָנקורס האָבן זיך געשטעלט 4 לאָקאָמאָטיוון, און דער לאָקאָמאָטיוו „ראַקעטע" פון סטיפענסאָנס איי־גענע וואַרשטאַטן האָט אָפּגעהאַלטן א גלענצנדיקן נצחון. ער האָט אויס־געהאַלטן די פּראָבע־שעהן לאַנג און האָט אַנטוויקלט א געשווינדקייט אפילו ביז 40 קילאָמעטער א שעה.

דער קאָנקורס פון יאָר 1829 האָט ענדגילטיק געלייזט די פראַגע וועגן דער באַוועג־קראַפט פאַר דער אייזנבאַן. דער לאָקאָמאָטיוו איז געוואָרן פּונקט אַזא נויטווענדיקער באַשטאַנד־טייל ווי די רעלסן.

אויף דער אייזנבאַן־ליניע מאַנטשעסטער — ליווערפּול האָט סטי־פענסאָן באַוויזן נאָך איין זאַך, וועלבע איז געוואָרן א מוסטער פאַר די שפּעטערדיקע ליניעס. ער האָט געפירט די ליניע אויף דעם קורצעסטן וועג און האָט זיך נישט אָפּגעשראָקן פאַר די שוועריקייטן פון שאַפן א קינסט־לעכן גרונט פאַר די באַן־רעלסן: אין איין אָרט, למשל, האָט די ליניע גע־פירט דורך א זומפּ, און כדי נישט אָנצוליינען וועג האָט סטעפענסאָן אָנ־געשאַטן אַן ערד־וואַל אין אויף אים אַרויפגעלייגט די רעלסן.

דער לאָקאָמאָטיוו האָט געגעבן דער אייזנבאַן אַזא איבערגעוויכט איי־בער אַלע אַנדערע אַרטן קאָמוניקאַציע, אַז אומעטום האָט מען גענו־מען בויען באַנען. אין יאָר 1828 האָט עסטרייך איינגעפירט ביי זיך די ערשטע אייזנבאַן, דערנאָך גייען: 1828 — פראַנקרייך, 1829 — אַמע־ריקע, 1835 — דייטשלאַנד און בעלגיע, 1838 — רוסלאַנד, 1839 — איטאַליע, און אַזוי ווייטער. אין רוסלאַנד איז אין דעם אָנגע־

זויזענעם יאָר צושטאַנד געקומען אַ קליינע ליניע פון פעטערבורג קיין צאַרסקאָיע-סעלאָ. די ערשטע גרויסע ליניע אויף דער טעריטאָריע פון איצטיקן רוסלאַנד איז געווען די „ניקאָלאַיעווער" אייזנבאַן צווישן פעטערבורג און מאָסקווע. מען האָט זי פאַרענדיקט בויען אין יאָר 1851, מיט דריי יאָר פריער האָט זיך געעפנט די וואַרשע-ווינער אייזנבאַן, איינע פון די עלטסטע אין דעם איצטיקן פוילן. (עלטער פאַר איר איז די אייזנבאַן פון קראָקע, געעפנט אין יאָר 1847).

אום צו געבן אַ געהעריקן באַגריף וועגן דער אַנטוויקלונג פון די באַנען אין די איינצלנע לענדער, וואָלט מען געדאַרפט אָנגעבן די לענג פון זייערע אייזנבאַנען צו פאַרשידענע צייטן און דערביי מאַכן אַ פאַרגלייכנדיקן חשבון וועגן דער לענג פון די באַנען פון איין זייט און דעם שטח פון לאַנד מיט זיין באַפעלקערונג פון דער אַנדערער. דאָס וואָלט אונז פאַרפירט צו ווייט אין געביט פון עקאָנאָמישער געאָגראַפיע, און מיר וועלן זיך באַנוגענען מיט עטלעכע אַלגעמיינע טאַבעלעס:

טאַבעלע 1 גיט אַ קורצע סטאַטיסטיק וועגן דער לענג פון די אייזנבאַן-ליניעס אין פאַרשידענע טיילן פון דער וועלט, טאַבעלע 2 גיט ענלעכע ידיעות פאַר די גרעסערע לענדער פון אייראָפּע. אין דיביידע טאַבעלעס איז אָנגעגעבן די לענג פון די ליניעס, ד. ה. דאָפּעלטע קאָלייעס זיינען גערעכנט איינמאָל. אויך איז נישט אַריינגערעכנט די לענג פון די פאַרשידענע צוגאָב-רעלסן אויף די סטאַציעס. די שטאָטישע אייזנבאַנען און די קלענערע „קאָלייקעס" זיינען אויך נישט אַריין אין חשבון.

און דאָך באַקומט זיך אַ קאָלאָסאַלער סך הכל: ווען מען זאָל אַלע אייזנבאַנען אויסציען אין איין ליניע, וואָלטן זיי 30 מאָל געקענט אַרומנעמען דעם עקוואַטאָר פון דער ערד. אָדער געקענט בילדן אַ שטרעקע, וועלכע איז איבער דריי מאָל אַזוי גרויס ווי דער אָפּשטאַנד פון דער ערד ביז צו דער לבנה.

אונזערע טאַבעלעס ווייזן, ווי אַזוי עס איז צושטאַנד געקומען אין פאַרלויף פון דער צייט די אייזנבאַן נעץ. עס איז צו זען, אַז אַן ערך ביז צום יאָר 1860 זיינען אייזנבאַנען געווען אויסגעבויט דער עיקר אין ענגלאַנד, דייטשלאַנד און פראַנקרייך. די נעץ פון די אייזנבאַן איז בכלל געווען אַ באַשיידענע. נאָך 1860 נעמט זיך רוסלאַנד צו בויען באַנען, און אין מערב ווי אין מזרח-אייראָפּע הייבט זיך אָן אַ געשווינדע אַנטוויקלונג פון די באַן-נעצן. אַמעריקע ד. ה. אין דער ערשטער רייע די פאַראייניקטע שטאַטן, גייט שריט ביי שריט מיט אייראָפּע, נאָר באַלד ווערט אייראָפּע הינטערשטעליק אַקעגן די פאַראייניקטע שטאַטן; אין די 10 יאָר

פון 1880 ביז 1890 פארגינען זיך די פאריייניקטע שטאטן אויסצובויען 129 טויזנט קילאמעטער באנען, צום סוף יארהונדערט ווערט דער צוואקס אביסל קלענער, אין די ערשטע 10 יאר פון אונזער יאר־הונדערט גיבן די פאריייניקטע שטאטן ווידער א גוואלטיקן שפרונג פא־רויס. ערב דעם וועלט־קריג האבן די פאריייניקטע שטאטן איינע אליין פארמאגט מיט 20 פראצ: מערער אייזנבאן, ווי גאנץ אייראפע.

די לענג פון די אייזנבאן־ליניעס גיט נאך נישט דעם געהעריקן בא־גריף וועגן דער גרויס פון דער ערשיינונג. מען מוז צוגעבן כאטש א קליי־נע סטאטיסטיק וועגן די יאזוי גערופענע באוועג־מיטלען, ד. ה. וועגן די לאקאמאטיוון און וואגאנעס. טאבעלע 3 אנטהאלט די דאזיקע דאטן און באציט זיך צו דער צייט פאר דעם קריג.

טאבעלע 1

לענג פון די אייזנבאנען אין קילאָמעטערס

יאר	אייראָפּע	אַמעריקע	אַזיע	אַפריקע	אויסטראַליע	צוזאַמען
1850	23.504	15.064	—	—	—	38.568
1860	51.862	53.935	1.393	455	367	108.012
1870	104.914	93.139	8.185	1.786	1.765	209.789
1880	168.983	174.666	16.287	4.646	7.847	372.429
1890	223.869	331.417	33.724	9.386	18.889	617.285
1900	283.525	402.171	60.301	20.114	24.014	790.125
1910	333.848	526.382	101.916	36.854	31.014	1.030.014
1920	379.847	611.722	119.185	51.881	38.071	1.200.706

טאבעלע 2

לענג פון די אייראפעישע אייזנבאנען אין קילאמעטערס

יאר	ענגלאַנד	פראַנקרייך	דייטשלאַנד	עסטרייך־אונגאַרן	רוסלאַנד	אַנדערע מלוכות	צוזאַמען
1850	10.653	3.083	6.044	1.579	601	1.544	23.504
1860	16.787	9.528	11.633	4.543	1.589	7.782	51.862
1870	24.999	17.931	19.575	9.589	11.243	21.577	104.914
1880	28.854	26.189	33.838	18.512	23.857	41.733	168.983
1890	32.297	36.895	42.869	27.113	30.957	53.738	223.869
1900	35.186	42.827	51.391	36.883	48.107	67.631	283.525
1910	37.579	49.385	61.148	44.371	59.559	81.801	333.848
1920	39.262	53.561	58.148	–	65.780	163.096	379.847

טאַבעלע 3

לאָקאָמאָטיוון און וואַגאָנעס אין אייראָפּע און אַמעריקע

לאַנד	צאָל לאָקאָמאָטיוון	צאָל פּאַסאַזשיר-וואַגאָנעס	צאָל משא-וואַגאָנעס
ענגלאַנד	24.600	59.500	950.000
פראַנקרייך	16.400	43.000	520.000
דייטשלאַנד	32.800	70.696	749.011
עסטרייך-אונגאַרן	15 700	36.600	410.000
רוסלאַנד	20.000	22.400	510.000
גאַנץ אייראָפּע	139.490	300.756	3.741.911
פאַרייג. שטאַטן פון אַמעריקע	65.600	57.500	2.760.000

אָנמערקונג: די צאָלן פאַר גאַנץ אייראָפּע אנטהאַלטן דעם סך-הכל פאַר אַלע לענדער פון אייראָפּע און נישט בלויז פאַר די אויסגערעכנטע פינף.

פון דער טאַבעלע 3 איז דײַטלעך צו זען, אַז די הויפּט-ראָלע אויף די אײַזנבאַנען שפּילט דער טראַנספּאָרט פון משאות, ניט פון פּאַסאַזשירן. אין אייראָפּע איז די צאָל משא-וואַגאָנעס געווען העכער צוועלף מאָל אַזוי גרויס ווי די צאָל פּאַסאַזשיר-וואַגאָנעס; אין אַמעריקע קומט אויס אויף איין פּאַסאַזשיר. וואַגאָן ביז 50 משא-וואַגאָנעס. דערפאַר האָט אַמעריקע אין אַלגעמיינעם ווייניקער באַוועג-מיטלען און ספּעציעל קומט זי אויס מיט זייער אַ קליינער צאָל לאָקאָמאָטיוון. דאָס נעמט זיך דערפון, וואָס אין אַמעריקע איז פאַראַן ווייניקער קליינע סטאַציעס, וואָס די צוגן לויפן דאָרט אַדורך גרעסערע שטרעקעס און וואָס די לאָקאָמאָטיוון ווערן דאָרט געבויט גרעסער און שטאַרקער ווי אין אייראָפּע.

3

דער לאָקאָמאָטיוו איז דער וויכטיקסטער באַשטאַנד-טייל פון די אײַזנבאַנען און פאַרדינט אַ גענויערע באַשרייבונג, בפרט, אַז ער האָט זײַן אינטערעסאַנטע געשיכטע.

דער געבורטס-יאָר פון לאָקאָמאָטיוו איז גענוי נישט באַשטימט. איינע רעכענען, אַז ער איז געבוירן אין יאָר 1823, ווען דער באַרימטער סטיפענסאָן האָט געשאַפן זײַנע וואַרשטאַטן אויף צו בויען לאָקאָמאָטיוון. די פירמע סטיפענסאָן אין ענגלאַנד עקזיסטירט ביז הײַנטיקן טאָג

און האָט אין יאָר 1923 געפּראַוועט איר הונדערטיעריקן יובילײ. אנדערע מיינען, אז דער לאָקאָמאָטיוו שטאַמט פון יאָר 1825 ווען ער האָט צום ערשטן מאָל געפירט א פּאַסאַזשיר-צוג. דריטע זאָגן, אז די ריכטיקע דאַטע איז 1829, דאָס יאָר פון דעם פּריַיער-דערמאָנטן לאָקאָמאָטיוו-קאָנקורס מיטן נצחון פון דער „ראַקעטע".

ווען מען באַטראַכט איצט דאָס בילד פון דער „ראַקעטע" דוכט זיך אונז, אז דאָס איז עפּעס א שפּילצייג און נישט די מאַשין, וועלכע מיר זיינען געוווינט צו זען אויף אונזערע באַנען. אויף צוויי אַקסן איז אוועקגעשטעלט א קעסל מיט א צילינדער, פון וועלכן דער דאַמף טרייבט די קאָלבע, וואָס באַוועגט איין פּאָר רעדער. א צווייטע אַקס מיט א פּאָר קלענערע רעדער געפינט זיך פון הינטן און האַלט אין גלייכגעוויכט די מאַשין. דער אויבערפלאַך פון קעסל, וואָס איז געקומען אין באַרירונג מיטן פייער האָט געהאַלטן 13 קוואַדראַט מעטער, דער לאָקאָמאָטיוו האָט געהאַט א געוויכט פון קנאַפּע 5 טאָן און זיין אַרבעטס-פעיקייט האָט באַטראָפן 13 פערד-קראַפט. אזא לאָקאָמאָטיוו איז א באַנומעניש, אַן עופהלע אקעגן די איצטיקע ריזן-לאָקאָמאָטיוון. איצט בויט מען לאָקאָמאָטיוון, וועלכע פאַרמאָגן צו אנטוויקלען אַרבעט ביז 3000 פערד-קראַפט. אזוינע לאָקאָמאָטיוון שלעפּן גרויסע משא-צוגן אָדער טרייבן קוריער-צוגן מיט א געשווינדקייט 120 קילאָמעטער אין א שעה. אזא לאָקאָמאָטיוו וועגט העכער 160 טאָן און זיינע קעסלען האָבן אן אויבער-פלאַך אין 50 מאָל גרעסער ווי ביים ערשטן לאָקאָמאָטיוו, און דאָס זיינען נאָך נישט די גרעסטע לאָקאָמאָטיוון. אין אַמעריקע למשל, האָט מען אויסגעבויט לאָקאָמאָטיוון פון 3950 פערד-קרעפטן, וואָס ווען 346 טאָן און קענען שלעפּן א צוג ביז 5000 טאָן געוויכט. אין אַמעריקע זיינען געמאַכט געוואָרן פּראָבעס מיט נאָך ריזיקערע לאָקאָמאָטיוון, למשל מיט אן עלעקטרישן לאָקאָמאָטיוו אויף 7125 פערד-קרעפטן, וואָס וועגט 575 טאָן און באַשטייט פון דריי באַזונדערע טיילן.

אויף דעם וועג, וועלכער פירט פון דעם ערשטן קליינעם לאָקאָמאָטיוו ביז צו די לעצטע גרויסאַרטיקע אוראייניקלאַך זיינע האָט די טעכניק געהאַט ביַיצוקומען געוואַלטיקע שוועריקייטן. עס האָט זיך געהאַנדלט נישט בלויז וועגן אויסנוצן אַלע דערגרייכונגען פון דער דאַמף-טעכניק, ד. ה. וועגן אוועקצושטעלן אויף רעדער די פאַרבעסערטע דאַמף-מאַשין. עס איז גענוג צו נעמען אין אכט צוויי זאַכן, אום צו פאַרשטיין, ווי שווער איז געווען צו פאַרבעסערן דעם לאָקאָמאָטיוו. ערשטנס זיינען די בויער פון די נייערע לאָקאָמאָטיוון געווען באַגרענעצט אין פּלאַץ. ווען אן אינזשיניער בויט א דאַמף-מאַשין פאַר א פאַבריק איז פאַר אים נישט

אזוי וויכטיק, צי די מאַשין וועט פאַרנעמען מער אָדער ווייניקער אָרט. אקעגן דעם איז דער באַן אינזשעניער געבונדן דורך די ברייט פון די רעלסן. ער קען נישט מאַכן די אַקסן אין לאָקאָמאָטיוו ברייטער, ער טאָר אויך נישט מאַכן דעם לאָקאָמאָטיוו צו ברייט איבער די רעלסן און צו הויך, ער האָט נאָר איין ברירה — צו מאַכן דעם לאָקאָמאָטיוו לענגער, צוצושטעלן נאָך אַן אַקס, נאָך אַ פּאָר רעדער. אָבער דאָס האָט אַ גרע־ניץ, וועלכע מען טאָר נישט אַריבערשטייגן. ביי אַ צו גרויסער צאָל רע־דער וועט דער לאָקאָמאָטיוו נישט זיין אימשטאַנד דורכצופאָרן די אויס־קרימונגען אין רעלסן-וועג. דערפאַר מאַכט מען איצט אין די גרעסטע לאָקאָמאָטיוון נישט מערער ווי 5 אָדער 6 פּאָר רעדער, וועלכע ווערן באַוועגט דורך דער דאַמף-מאַשין. איצט קומט אַ צווייטע זאַך, אַ נאָך וויכטיקערע. אין אַ געוויינלעכער דאַמף-מאַשין קען מען ביז צו אַ געווי־סער מאָס גיין אויף ריזיקע ביים איינפירן פאַרפולקומונגען, מען מעג זיך נישט שרעקן פאַר אַ קאָמפּליצירטער מאַשינעריע. אין אַ לאָקאָמאָטיוו טאָר מען אויסנוצן לויטער אויסגעפּרוווטע טעכנישע המצאות און די מאַ־שין מוז אַרבעטן גענוי און פּינקטלעך, ווי אַן אמת גוטער זייגער. אָט איבער אַלעם דעם, אויך איבער אַנדערע סיבות מעג זיך די טעכניק ווירקלעך גרויסן דערמיט, וואָס אין פאַרלויף פון איין יאָרהונדערט האָט מען דערגרייכט אַזא קאָלאָסאַלע אַנטוויקלונג אויף דעם געביט פון לאָקאָמאָטיוון. ווארום אחוץ דעם, וואָס מען פאַרשטייט איצט צו שאַפן אַזוינע שטאַרקע לאָ־קאָמאָטיוון, האָט מען זיך פאַר די הונדערט יאָר אויסגעלערנט איינצו־שפּאָרן אויף ברען-מאַטעריאַל. אַ לאָקאָמאָטיוו פון דער איצטיקער צייט פאַרנוצט אין פינף מאָל ווייניקער שטיין-קוילן ווי זיין עלטער-עלטער זיידע.

די פאַרגרעסערונג און פאַרבעסערונג פון די לאָקאָמאָטיוון איז מעג־לעך געוואָרן ערשט אין דער צווייטער העלפט פון פאָריקן יאָרהונדערט, ווען די לאָקאָמאָטיוון זיינען געוואָרן אַ פּראָדוקט פון מאַסן-פאַבריקאַציע. אין דער ערשטער צייט פון לאָקאָמאָטיוו האָט יעדער איינציקער לאָקאָמאָ־טיוו געהאַט זיין באַזונדער קאָנסטרוקציע; און אויסערלעכער צייכן פון יענער צייט איז עס, וואָס יעדן לאָקאָמאָטיוו פלעגט מען געבן אַ באַזונדער נאָמען, ווי מען טוט עס איצט מיט שיפן.

סטיפענסאָן, למשל, איז באַרימט געוואָרן אין יאָר 1829 מיט דעם לאָקאָמאָטיוו „ראַקעטע", נאָכדעם ווי ער האָט מיט עטלעכע יאָר פריער געבויט אַ פּראָבע-לאָקאָמאָטיוו „בליוכער". זיין זון און מיטאַרבעטער ראָבערט סטיפענסאָן האָט מיט עטלעכע יאָר שפּעטער געקראָגן אַ שם מיט דעם פאַרבעסערטן לאָקאָמאָטיוו „פּלאַנעט", א. א. וו. שפּעטער האָט

מען די לאָקאָמאָטיוון פּשוט נומערירט, מען האָט זי נעבוים סעריעסווייז און עס זיינען אנטשטאנען גראַנדיעזע וואַרשטאַטן פאַר דעם דאָזיקן צווייג פון אינדוסטריע. עס איז פאַראַן אַ חשבון, אַז ביז צום וועלט-קריג האָבן די וויכטיקערע לאָקאָמאָטיוו-פאַבריקן פון גאָר דער וועלט אויסגע-פּאַרטיקט בס"ה 320 טויזנט לאָקאָמאָטיוון. אָט דער מאַסן-פּאַרנעם האָט עס געשאַפן דעם באָדן פאַר דעם טעכנישן וווּקס פון די לאָקאָמאָטיוון.

טאַבעלע 4

עלעקטריפיקאַציע פון די אייראָפּעישע אייזנבאַנען

(צום אנהויב יאָר 1926)

	אַלגעמיינע נעץ פון די אייזנבאַנען אין קמ.	לענג פון עלעקטריפיצירטן טייל: אין קמ.	לענג פון עלעקטריפיצירטן טייל: אין %% צו דער אַלגעמ. לענג פון נעץ
דייטשלאַנד	51.324	944	1,8 %
עסטרייך	5.047	320	6,3 „
איטאַליע	14.985	855	5,7 „
נאָרוועגיע	3.042	125	4,1 „
שוועדן	5.561	449	8,0 „
שווייץ	1.855	955	51,2 „

דאָס איז אַלץ גערעדט וועגן דאַמף-לאָקאָמאָטיוון. זייער אַ לאַנגע צייט האָבן זיי נישט געהאַט צו זיך קיין קאָנקורענטן. איצט באַווייזן זיך אויף די באַנען אויך אַ סך אַנדערע טיפּן לאָקאָמאָטיוון. קודם-כל קומט אין באַטראַכט דער עלעקטרישער לאָקאָמאָטיוו. דער דאָזיקער לאָקאָמאָטיוו דאַרף נישט פירן מיט זיך זיין ברען-מאַטעריאַל. ער באַקומט די ענערגיע צוגעשיקט דורך דראָטן פון אַ ווייטער צענטראַלע. דאָס האָט אַ גרויסע באַדייטונג אין יענע פאַלן, ווו מען קען למשל, אויסנוצן די קראַפט פון וואַסער אויף צו בויען גרויסע צענטראַלעס. די עלעקטריפיקאַציע פון די אייזנבאַנען שטייט איצט אויף דער טאָג-אָרדענונג אין אַ סך לענדער. די פריער געבראַכטע דאַטן וועגן די נייעסטע לאָקאָמאָטיוון באַווייזן אַגב, אַז דער עלעקטרישער לאָקאָמאָטיוו האָט שוין איבערגעיאָגט דעם דאַמף-לאָקאָמאָטיוו אין פאַרנעם. די עלעקטריפיקאַציע פון די אייזנבאַנען באַ-דייט מערער, ווי דאָס פאַרבייטן דאַמף-קראַפט מיט עלעקטרישער ענער-גיע: אַן עלעקטרישע אייזנבאַן מוז נאָך אין אַ סך אַנדערע

באציאונגען זיך אונטערשיידן פון א געוויינלעכער יאייזנבאן דערפאר איז עלעקטריפיקאציע פארבונדן מיט גרויסע הוצאות און קען נישט גע־שען מיט א מאל. יאויסערדעם געהערט דאס אריבערשיקן עלעקטרישע ענערגיע דורך דראטן אין אזא סכום, ווי עס פאדערט זיך פאר דער אייזנ־באן, צו די טעכנישע חדושים, און די אינזשיניערן האבן דא נאך א ברייט פעלד צו ארבעטן.

טעכניש און עקאנאמיש איז לייכטער צו פארבייטן דעם דאמף־לאָ־קאמאטיוו דורך אזא, וו אנשטאט דער דאמף־מאשין איז אוועקגעשטעלט אן אנדער מאטאר. אזא פארבייט פאדערט נישט קיין שום ווייטערדיקן איבערבוי אויף די באנען, און דארף געבן בלויז עקאנאמיע אין דער הוצאות.

די בעסטע דאמף־מאשין מיט א צילינדער און קאלבע נוצט אויס נישט מערער ווי 15 פראצ. פון דער ענערגיע פונם ברען־שטאף, דאס איבעריקע גייט אוועק מיטן רויך אדער ווארימט די לופט ארום דער מאשין אן שום פראקטישע נוצן, דער לאקאמאטיוו, וועלכער מוז זיין לייכט באוועגלעך און קאן זיך נישט פארגינען דעם לוקסוס פון א צו שווערער און קאמפליצירטער מאשינעריע ארום דעם קעסל, איז נישט אימשטאנד צו דערגרייכען אפילו צו דער מדרגה פון 15 פראצ. די בעסטע לאקאמאטיוון פארוואנדלען אין נוציקע ארבעט נישט מערער ווי 9 פראצ. פון דער ענערגיע פונם ברען־מאטעריאל, ד. ה. — א קארגן 10־טן טייל.

מילא, אין לענדער, וועלכער די נאטור האט באשאנקען מיט א רייכטום פון ברען־מאטעריאל און וועלכע האבן נישט אנטוויקלט ביי זיך קיין אינדוסטריע, איז די צרה נישט אזוי גרויס. די נעץ פון די באנען אין אזוינע לענדער איז אויך נישטיק. אקעגן דעם איז דאס א ברענענדיקע פראגע פאר די לענדער מיט א גרויסער אינדוסטריע און מיט קליינע לאַ־גערן שטיין־קוילן. אויך אין די אנדערע לענדער איז די צאל לאקאמאַ־טיוון אזוי גרויס, אז עס שפילט שוין א ראלע די קלענסטע עקאנאמיע, וואס מען קען דערגרייכן אויף יעדן לאקאמאטיוו. דערפאר האט די טעכ־ניק פון די לעצטע עטלעכע צענדליק יאר געארבעט אן אן אויפהער, אום אויסצובויען א לאקאמאטיוו מיט א שפארעוודיקן מאטאר. צוויי־ערליי שוועריקייטן שטעלן זיך דא אין וועג, עקאנאמישע און טעכנישע. עקאנאַ־מיש לאזט זיך נישט ריידן וועגן פערבייטן דעם דאמף־לאקאמאטיוו דורך א מאטאר, וואס ווערט געשפייזט מיט אזא טייערן ברען־מאטעריאל ווי בענזין, די טעכנישע שוועריקייט מוז ארומגערעדט ווערן:

אן אייזנבאן גייט קיינמאל נישט אויף א פולקאם גראדן און גלאטן

וועג. אין געוויסע ערטער פאַרקירעווען די רעלסן אין א קרומער ליניע, אין אנדערע ערטער פירט דער וועג טאָל-אראָפּ, נאָך אין אנדערע גייט דער צוג באַרג ארויף. לויט דעם וועג פּאָדערט זיך פון לאָקאָמאָטיוו איינמאָל א גרעסערע איינמאָל א קלענערע אָנשטרענגונג. די לאַדונג, וועלכע דער לאָקאָמאָטיוו דאַרף שלעפּן, איז אויך נישט שטענדיק די זעלביקע. אמאָל פּאָרט ער מיט מערער וואַגאָנעס אמאָל מיט ווייניקער. א לאָקאָמאָטיוו מוז דעריבער זיין געגליכן צו א גוטן פערד: דער מאַשיניסט דאַרף קענען ארויסבאקומען פון אים מערער אָדער ווייניקער קראַפט לויט ווי עס פּאָדערט זיך אין געגעבענעם מאָמענט. די דאָזיקע געוואונטשענע מעלה באַזיצט אין דער פולער מאָס דער דאַמף-לאָקאָמאָטיוו. דער מאַשיניסט רעגולירט אויף א פּשוטן שטייגער דעם סכום דאַמף אין די צילינדערס, און דער לאָקאָמאָטיוו ליפערט מערער אָדער ווייניקער קראַפט. קיין איינער פון די ניי מאָדישע מאָטאָרן פאַרמאָגט נישט אזא בויגעוודיקייט, אזא פעיקייט זיך צו צופּאַסן צו דער לאַסט און צו דעם וועג, און די אינזשעניערן האָבן זיך גענוג געבראָכן דעם קאָפּ, ווי אזוי פאַרט צו בויען לאָקאָמאָטיוון מיט נייע מאָטאָרן.

אזוינע לאָקאָמאָטיוון אָן דאַמף זיינען איצט פאַראַן פון א סך מינים. מען קען זאָגן, אז וויפל ס׳זיינען פאַראַן קאַטעגאָריעס מאָטאָרן אָן דאַמף, אזוי פיל זיינען פאַראַן פאַרשידענע לאָקאָמאָטיוון. די צופּאַסונג פון מאָטאָר צו די פּאָדערונגען פון דער רייזע קומט פאָר אויף א קאָמפּליצירטן אופן: אין לאָקאָמאָטיוו איז איינגעבויט א מאַשינעריע אויף איבערצוגעבן די אַרבעט פון מאָטאָר צו די רעדער, און די דאָזיקע מאַשינעריע ווערט רעגולירט דורכן מאַשיניסט, ווי עס פּאָדערט זיך אין יעדער מאָמענט: א דאַנק דעם זיינען די לאָקאָמאָטיוון אָן דאַמף נישט אזוי איינפאַך און זיכער ווי די דאַמף-לאָקאָמאָטיוון, און זיי ווערן דערווייל זעלטן געברויכט. צומייסט האַלט עס נאָך ביים מאַכן פּרוּוון מיט די דאָזיקע לאָקאָמאָטיוון.

בלויז איין טיפּ פון די לאָקאָמאָטיוון אָן דאַמף האָט זיך דערשלאָגן צו א גרויסער פולקומענקייט. דאָס איז דער דיזעל-לאָקאָמאָטיוו, א לאָקאָמאָטיוו מיט א דיזעל-מאָטאָר (זע קאַפּ. 8). מער פאַר אלץ האָט מען זיך מיט אזוינע לאָקאָמאָטיוון אינטערעסירט אין רוסלאַנד. דאָרטן איז פאַראַן א סך ברען-מאַטעריאַל פאַר די דיזעל-מאָטאָרן, און אויסערדעם האָט רוסלאַנד געהאַט א באַזונדערע אינטערעס פאַר אזוינע לאָקאָמאָטיוון, עס זיינען פאַראַן דאָרטן גרויסע געגנטן, די סטעפּעס, וווּ דאָס באַשאַפן ריינע וואַסער פאַר די דאַמף-לאָקאָמאָטיוון איז נישט פון די קליינע זאַכן. נאָך אין די יאָרן פאַר דער וועלט-קריג האָט מען אין רוסלאַנד

געפּרוווט בויען דיזעל-לאָקאָמאָטיוון, נאָר דאָס האָט זיך נישט איינגע-
געבן. די אויסגעבויטע פּראָבע-לאָקאָמאָטיוון זיינען געווען צו האַמעטנע
און האָבן נישט געטויגט אין דער אַרבעט. די זאַך האָט דערפירט צו אַ סוף
ערשט דער ראַטן-פאַרבאַנד: לויט זיין אויפטראַג האָט זיך מיט דער
פראַגע ספּעציעל אָפּגעגעבן אַ באַוווּסטער פאַכמאַן פּראָפעסאָר לאָמאָ-
נאָסאָוו. נאָך לאַנגע יאָרן פון טעאָרעטישער צוגרייטונג האָט ער אויס-
געאַרבעט אַ פּלאַן, לויט וועלכע אַ באַרימטע דייטשע מאַשינען-פאַבריק
האָט אין יאָר 1924 אויסגעבויט דעם ערשטן פּראַקטישן דיזעל-לאָקאָ-
מאָטיוו. דער דאָזיקער לאָקאָמאָטיוו געהערט צו דעם טיפּ גרויסע לאָקאָ-
מאָטיוון, ער האָט פינף פּאָר באַוועג-רעדער און אַנטוויקלט ביז 1200
פערד-קרעפטן. דער דיזעל-מאָטאָר אויף דעם לאָקאָמאָטיוו באַוועגט די-
נאַמאָ-מאַשינען, און זיי ווידער שפּייזן מיט שטראָם עלעקטרישע מאָ-
טאָרן, וואָס זיצן אויף די אַקסן און דרייען די רעדער. נישט געאַכט אויף
אַזאַ קאָמפּליצירטע מאַשינעריע, אָדער, ריכטיקער געזאָגט, אַ דאַנק איר,
אַרבעט דער נייער לאָקאָמאָטיוו העכסט עקאָנאָמיש און נוצט אויס כמעט
אַ פערט-חלק פון דער ענערגיע פון דעם ברען-אייל. אויך קען ער אויס-
קומען אָן אַ פאַברויך פון וואַסער. אויף ווי ווייט די דיזעל-מאַשין נוי-
טיקט זיך אין וואַסער צו אָפּקילונג, פירט דער לאָקאָמאָטיוו מיט זיך אַ
געוויסן סכום וואַסער, וואָס ווערט אין לאָקאָמאָטיוו גופא כסדר געקילט
און ווידער פאַרנוצט אויף צו קילן די מאַשין.

נאָכדעם ווי דער נייגעבויטער לאָקאָמאָטיוו האָט אין דער פּראַק-
טיק געוויזן, אַז ער פאַרמאָגט ווירקלעך אַלע מעלות האָבן זיך מיט אים
פאַראינטערעסירט די אינזשעניערן פון דער גאַנצער וועלט, און פּרוווט
מיט לאָקאָמאָטיוון אַן דאַמף זיינען באַנייט געוואָרן אין פאַרשידנסטע
לענדער.

דערווייל איז אויף די באַנען נאָך אַלץ פאַרבליבן דער דאַמף-לאָ-
קאָמאָטיוו אַזוי גוט ווי אַן אַליינהערשער. איין געביט איז נאָר פאַראַן
וווּ דער דאַמף-לאָקאָמאָטיוו האָט כמעט ענדגילטיק אָפּגעראַמט דעם פּלאַץ
פאַר די קאָנקורענטן, דאָס איז דער געביט פון די שטאָטישע אייזנבאַנען,
וועלכע שפּילן אַזאַ ראָלע, פאַרבינדנדיק דעם צענטער-שטאָט מיט די
פאַרשטעט און מיט דער נאָענטער אומגעגנט. דאָ האָבן די אויבערהאַנט
באַקומען די עלעקטרישע באַנען.

4

אויפן שוועל פון צוויטן יאָרהונדערט אין לעבן פון די אייזנבאַנען

האָבן אויך אַלע אַנדערע באַשטאַנדטיילן זייערע, אויסער די לאָקאָמאָטיוו, אַ גרויסע געשיכטע הינטער זיך. מיר וועלן אָנהויבן פון די וואַגאָנעס.

די ערשטע וואַגאָנעס זיינען נישט געווען נאָך קיין וואַגאָנעס אין איצטיקן זין פון וואָרט. מען האָט אוועקגעשטעלט אויף רעלסן-רעדער איינפאַכע וואָגנס און קאַרעטעס, און דער ערשטער צוג איז געווען פאַרטיק. פאָרן אין אַזאַ צוג איז ווייט נישט געווען קיין פאַרגעניגן. מען פלעגט געווינען בלויז אין דער גיכקייט פון דער רייזע, און דאָס אויך נישט זייער קיין סך. וואָרום אין ענגלאַנד און אין די העכער אַנטוויקלטע לענדער פון אייראָפּע איז זינט סוף 18 יאָרהונדערט געווען אָרגאַניזירט אַ גוטע פּאָסט-קאָמוניקאַציע מיט רעגולערע פאַרבינדונגען צו באַשטימטע טערמינען. די ערשטע צוגן פלעגן נאָך דערצו אויסמיידן צו פאָרן ביי דער נאַכט, מחמת חוץ זיכערקייט פון באַוועגונג אויף די רעלסן איז אין אָנפאַנג געווען זייער אַ קליינע. פאַמעלעך און בהדרגה האָט זיך אַנטוויקלט דער איצטיקער טיפּ פון אַן אייזנבאַן-וואַגאָן. אַן איצטיקער וואַגאָן באַשטייט פון צוויי באַזונדערע טיילן, פון אַ געשטעל, אין וועלכן עס זיינען איינגעבויט די רעדער מיט די טאָרמאָזן און מיט דער איבעריקער מאַשינעריע, און פון דעם איינגנטלעכן וואַגאָן איבער דעם געשטעל. דער געשטעל צייכנט זיך אויס דערמיט, וואָס די רעדער זיינען פעסט פאַרבונדן מיט די אַקסן, און די אַקסן צוזאַמען מיט די רעדער דרייען זיך אין די אומבאַוועגלעכע ביקסן (אַקסן-קאַסטנס). די טאָרמאָזן אויף צו האַמעווען די וואַגאָנעס זיינען דערפירט צו גרויס פאַרפולקומונג און גיבן אַ מעגלעכקייט אָפּצושטעלן דעם צוג אין זייער אַ קורצער צייט. די רעסאָרן אין דעם געשטעל פון וואַגאָן נעמען-אויף אַלע שטויסן און שאַפן גרויס באַקוועמלעכקייט פאַר די פּאַסאַזשירן. אויב דער וואַגאָן איז אַ לאַנגער, ווערט איינגעפירט אַ באַזונדערע המצאה. די אַקסן ווערן פּאָרנ-ווייז פאַרבונדן צו באַזונדערע געשטעלן, און יעדער פון די דאָזיקע געשטעלן קען זיך דרייען אַרום זיין צאַפּן. אַזוי אַרום דערגרייכט מען אַ גרויסע רויקייט אין דער באַוועגונג פון וואַגאָן, און מען קען אפילו מיט לאַנגע וואַגאָנעס אַדורכפאָרן אויסגעקרימטע טיילן פון דעם רעלסן-וועג. די „צוויי-געשטעלן" זיינען צוערשט אויסגעניצט געוואָרן אין די לאָקאָמאָטיוון, און די המצאה געהערט דעם אַמעריקאַנער דזשערוויס (יאָר 1831).

די איינגנטלעכע וואַגאָנעס זיינען איינגעאָרדנט פאַרשידנאַרטיק, פון אַ פּשוטן פּאַסאַזשיר-וואַגאָן, וועלכער אונטערשיידט זיך נישט פון אַ משא-וואַגאָן, ביז צו די פיינסטע לוקסוס-וואַגאָנעס. דער רייכער פּאַסאַ-

זשיר אין מערב-אייראָפּע און אמעריקע קען איצט געניסן אויף דער באַן פון די גרעסטע באַקוועמלעכקייטן: עס זיינען פאַראַן שלאָף-וואַגאָנעס און וואַגאָנעס רעסטאָראַנען, מען קען איצט זיצנדיק אין וואַגאָן הערן אַ ראַדיאָ-קאָנצערט און אפילו פירן אַ טעלעפאָנישן געשפּרעך מיט אַ ווייטער שטאָט.

דער אויסזען פון אַ היינט-צייטיקער אייזנבאַן-ליניע איז אויך גאָרנישט דער, וואָס אַמאָל. די ערשטע רעלסן זיינען געווען געגאָסענע פון טשוגון. זיי זענען ווי איצטער, געלעגן אויף שפּאַלן, גאָר מען האָט געמיינט, אַז די רעלסן מוזן זיין ברייטער אין די ערטער צווישן די שפּאַלן, און דעריבער פלעגט מען זיי אויסגיסן אין אַ פאָרם, וואָס האָט אויסגעזען ווי אַ בויך פון אַ פיש. די טשוגון-רעלסן פלעגן אָפט פּלאַצן. סטיפענסאָן דער זון האָט דער ערשטער איינגעפירט געוואַלצעווטע שטאָלענע רעלסן, וועלכע האָבן אין דער גאַנצער לענג געהאַט איין דורכשניט, און באַלד דערויף האָבן חי רעלסן באַקומען מער-ווייניקער זייער איצטיקע געשטאַלט. די באַפעסטיגונג פון די רעלסן צו די שפּאַלן האָט דאַקעגן געפאָדערט אַ סך מי, ביז מען האָט אַרויסגעפונען אַזאַ פאַרבינדונג צווישן רעלסן און שפּאַלן, וואָס זאָלן אויסהאַלטן די גרויסע געשווינדקייט פון די צוגן.

נישט אַזוי לייכט איז אָנגעקומען אויך דאָס אַרויסגעפונען די פּאַסיקע ברייט פון דער קאָלייע. דער אָפּשטאַנד פון איין רעלס ביז צום צווייטן איז אויף די ערשטע באַנען געווען זייער פאַרשידענאַרטיק. וועדליג דער, צי מען האָט געוואָלט מאַכן עקאָנאָמיע אָדער מען האָט געשטרעבט בעסער צו באַוואָרענען די זיכערקייט פון דער נסיעה, האָט מען חי קאָלייע געמאַכט אָדער אַ שמאָלע אָדער אַ גאָר ברייטע. מען גיט איבער, אַז אין ענגלאַנד זענען אין די ערשטע צייטן געווען קאָלייעס פון 70 פאַרשידענע ברייטן, אָנהויבנדיק פון 60 סאַנטימעטער און דערגייענדיק ביז 213 סמ. ביי אַזאַ פּלאָנטער האָט געמוזט יעדע אייזנבאַן באַזונדער באַשטעלן אירע וואַגאָנעס און לאָקאָמאָטיוון. דער פּאַסאַזשיר ווידער האָט געמוזט אַ סך מאָל איבערשטייגן פון איין וואַגאָן צום צווייטן, וואָרום וואַגאָנעס פון איין אייזנבאַן-ליניע האָבן נישט געקאָנט פאָרן אויף דער צווייטער. עס האָט געדויערט אַרום 25 יאָר ביז עס האָט זיך איינגעשטעלט איין נאָרמאַלע ברייט פון דער קאָלייע פאַר גאַנץ אייראָפּע: אָפּשטאַנד פון די רעלסן 4 פוס 8 און אַ האַלב צאָל (1435 מילימעטער). די דאָזיקע קאָלייע איז אָנגענומען געוואָרן אין אַלע גרויסע לענדער, און אַ דאַנק דעם האָט זיך איינגעשטעלט אַ דירעקטע אייזנבאַנען-פאַרבינדונג צווישן פאַרשידענע לענדער. בלויז אין רוסלאַנד

און נאָך אַ פּאָר לענדער איז איינגעפֿירט געוואָרן און פֿאַרבליבן אַ ברייטערע קאַליע. אין רוסלאַנד איז געווען אַזוי אויף אַלע באַנען אויסער דער וואַרשע-ווינער ליניע. אין געביט פֿון איצטיקן פּוילן האָבן נאָך די דייטשן איבערגעבויט די רוסישע באַנען אויפֿן אייראָפּעיִשן שטייגער, און דערפֿאַר האָט פּוילן געקאָנט לייכט אַנשליסן אירע באַנען צו דעם אַלגעמיינעם אייראָפּעיִשן נעץ.

מיר האָבן שוין דערמאָנט, אַז אויף די ערשטע באַנען פֿלעגט נישט פֿאָרקומען קיין באַוועגונג ביי דער נאַכט. סיסטעמען פֿון סיגנאַלן און זיכערונגס-מיטלען האָבן דעמאָלט נאָך נישט עקזיסטירט. ערשט די שפּעטערדיקע צייט האָט געלייגט דערויף דעם געהעריקן אַכט. איצט באַוועגן זיך די באַנען ביינאַכט ווי בייטאָג, און הגם עס טרעפֿן זיך נאָך אייזנבאַן-קאַטאַסטראָפֿעס, ווייזט די סטאַטיסטיק, אַז אין די אַמאָליקע צייטן פֿון דער פֿערד-פּאָסט פֿלעגט פֿאַראומגליקט ווערן אַ גרעסערער פּראָצענט רייזנדער ווי איצט אייזנבאַן-פּאַסאַזשירן.

אין פֿראַנקרייך, למשל, האָט מען פֿאַר דער צייט פֿון 1840 ביז 1886 פֿאַרעכנט, אַז ביי די רייזנדע מיט דער פּאָסט פֿלעגט אומקומען 1 פֿון 355.000 און אויף דער אייזנבאַן 1 פֿון זיבן מיליאָן. די צאָל פֿאַרוווּנדעטע האָט אויסגעמאַכט 1 פֿון דרייסיק טויזנט אויף דער פּאָסט און 1 פֿון איין מיליאָן צוויי הונדערט טויזנט אויף דער אייזנבאַן. אין רוסלאַנד האָט מען פֿאַר דעם קריג אויסגערעכנט, אַז ווען אַ פּאַסאַזשיר זאָל זיך אַריינזעצן אין צוג און פֿאָרן מיט אַ געשווינדקייט 50 קילאָמעטער אַ שעה, באַשטייט פֿאַר אים אַ סכנה אומצוקומען פֿון אַ קאַטאַסטראָפֿע ערשט דעמאָלט, אויב ער וועט 75 יאָר צייט אָן אויפֿהער פֿאָרן מיט דער באַן. און אין איינעם פֿון די שטאַטן אין אַמעריקע האָט מען גאָר באַרעכנט, אַז די צאָל קרבנות פֿון פֿוטבאָל שטייגט אַריבער די צאָל פֿאַראומגליקטע אויף די באַנען.

די אייזנבאַנען באַנוצן זיך מיט אַ זייער קונציקער סיגנאַליזאַציע. די סיגנאַלן דאַרפֿן נישט דערלאָזן, אַז דער צוג זאָל אַרויפֿפֿאָרן אויף אַ קאַליע, וועלכע איז פֿאַרנומען דורך אַן אַנדער צוג. אומעטום איז איינגעאָרדנט, אַז דער אויסווייך-מעכאַניזם, וועלכער שטעלט איבער די רעלסן, איז מעכאַניש פֿאַרבונדן מיט דער סיגנאַליזאַציע. ווען דער אויסווייך-מעכאַניזם (די „סטרעלקע") איז איינגעשטעלט אַזוי, אַז דער צוג קען אַרויפֿפֿאָרן אויף אַ באַשטימטע קאַליע, באַווייזט זיך אויף איר מעכאַניש דער סיגנאַל „אָפֿן", און אויף די אַנדערע קאַליעס באַווייזט זיך דער סיגנאַל „געשלאָסן". אויף די ליניעס, וווּ עס גייען אַ סך צוגן איינע נאָך די אַנדערע, ווערט איינגעשטעלט אַן אויטאָמאַטישע פֿאַרבינ-

יונג צווישן דער סיגנאַליזאַציע פון צוויי שכנישע סטאַציעס, און אַזוי אַרום קאָנטראָלירט איין סטאַציע די סיגנאַלן פון דער צווייטער. דער שליסל צו דער גאַנצער סיגנאַליזאַציע געפינט זיך אויף דער סטאַציע גופא, מיט די סיגנאַלן קירעוועט אַ פאַראַנטוואָרטלעכער באַאַמטער, און עס ווערן אַלץ מערער איינגעפירט מעכאַניזמען אויף צו וואָרענען אויטאָמאַטיש פון פאַלשע סיגנאַלן.

מיר וועלן זיך נישט אַריינלאָזן אין ווייטערדיקע פּרטים וועגן דער אייזנבאַן-טעכניק און וועלן פאַרענדיקן דעם קאַפּיטל מיט אַ קורצן איבערבליק איבער די מער אינטערעסאַנטע אייזנבאַן-ליניעס.

5

די ערשטע אייזנבאַנען זענען דורכגעפירט געוואָרן אין פלייניקע געגנטן, ווו עס איז נישט אָנגעקומען אַזוי שווער צו בויען דעם פונדאַמענט פאַר דער באַן. אין מיטן פון פאַרגאַנגענעם יאָר-הונדערט האָט מען זיך פאַרמאָסטן צום ערשטן מאָל צו בויען באַנען אין די בערג. דאָ מוז זיך דער אייזנבאַן-טעכניקער אַנשטויסן אויף די גרעסטע שוועריקייטן: די באַן מוז פירן איבער טיפע טאָלן אָדער זיך איינשניידן אין די בערג און דאָס איז אַלץ פאַרבונדן מיט שאַפן קינסטלעך אויסגעבויטע פונדאַמענטן פאַר די רעלסן. נאָך אַ שוועריקייט באַשטייט דערין, וואָס אַ באַן-ליניע קען שטייגן באַרג אַרויף נישט אַנדערש ווי זייער פאַמעלעך. וואָס שטאַרקער עס שטייגט די ליניע, אַלץ קלענער איז דאָס געוויכט, וועלכן דער לאָקאָמאָטיוו איז אימשטאַנד צו שלעפּן, און ווען די שטייגונג דערגרייכט אַ געוויסע מדרגה איז דער לאָקאָמאָטיוו קוים אימשטאַנד זיך אַליין אויפצוהייבן, ד. ה. פּראַקטיש קען אַ באַן נישט געפירט ווערן מיט אַזאַ גרויסער שטייגונג. עס איז נישטאָ קיין אַנדערע ברירה, ווי צו פירן די באַן אין אַ שרויפן-ליניע, אַזוי צו זאָגן — עטלעכע מאָל אַרומפירן זי אַרום דעם באַרג, ביז זי איז ביסלעכווייז דערנענטערנדיק צום העכסטן פונקט. אין יאָר 1853 האָט זיך געעפנט די ערשטע גרויסע באַן אין די בערג, דאָס איז געווען די זעמערינג-באַן אויף צו פאַרבונדן ווין מיט טריעסט און זי איז דורכגעפירט אָט אויף דעם באַשריבענעם אופן.

עס איז פאַראַן נאָך אַן אַנדער מיטל צו פאַרבינדן דורך אַן אייזנבאַן צוויי לענדער, וועלכע זענען אָפּגעטיילט דורך הויכע בערג. דאָס איז אַדורכפירן אַ טונעל דורך דעם באַרג. דער טונעל בויערט דורך דעם באַרג, די באַן פאַרשפּאָרט אַנצולייגן וועג, אָבער דערפאַר איז דער טו-

נעל גופא זייער א טייערע זאך. אין יאר 1855 האט מען אנגעהויבן צו בויען דעם ערשטן גרויסן אייראפעישן טונעל אין בארג מאן־סעני, אויף צו פאריניקן פראנקרייך מיט איטאליע. די ארבעט ארום דעם טונעל האט געדויערט גאנצע 12 יאר און האט אפגעקאסט אזוי פיל געלט, אז שפעטער האט מען עטלעכע ליניעס געבויט ווידער אין א שרויפן־ליניע ארום די בערג אן טונעלן.

א נייעם שטאפל אין דער אנטוויקלונג פון דער אייזנבאן־טעכניק האט באדייט די גאטארד־באן, וועלכע האט פאריניקט די שווייץ מיט איטאליע. די בערג דערהויבן זיך אין יענעם קאנט אזוי שארף ארויפצו, אז אפילו דעם טונעל פאר דער באן האט מען נישט געקאנט דורכפירן אין א גראדער ליניע, נאר מען האט אים געמוזט בויען מיט שלייפן אינעווייניק אין בארג: מען האט בכיון אנגעלייגט וועג פון דעם נידעריקן אריינגאנג אין טונעל ביזן העכערן ארויסגאנג פון יענע זייט בארג, כדי געוויינלעכע לאקאמאטיוון זאלן קענען אדורכפירן דורכן טונעל א געוויינלעכן שווערן צוג. אין יאר 1882 האט מען געעפנט דעם גאטארד־טונעל, און מיט זיינע 15 קילאמעטער לענג איז ער דעמאלט געווען דער גרעסטער אויף דער ערד.

די פארגרעסערונג פון דעם אינטערנאציאנאלן פארקער האט געבראכט אין יאר 1905 צו דער פארווירקלעכונג פון א טייער גרויסער טונעל־קאמוניקאציע צווישן דער שווייץ און איטאליע. עס איז אויסגעבויט געווארן די סימפלאן־באן מיט דעם סימפלאן־טונעל, וועלכער פארבלייבט ביז איצט דער גרעסטער אין דער וועלט. (גרעסער פאר אים איז בלויז א טונעל אין אמעריקע פאר וואסער־לייטונג). דער אויפבוי פון דעם דאזיקן טונעל איז באמת געווען א וואונדער פון דער טעכניק. א חוץ דעם, וואס ער האלט 20 קילאמעטער די לענג, ליגט ער זייער נידעריק אונטער דעם שפיץ בארג. מען האט נישט געקאנט געפינען קיין פאסיקערע שטעל אויף אריינצודרינגען אין בארג, ווי 2 און א האלב קילאמעטער אונטער דעם שפיץ. אין אזא טיפעניש אין די בערג איז די טעמפעראטור פון די געשטיינען זייער א הויכע. די געלאגן האבן געהאט פאראויס בארעכנט, אז די טעמפעראטור אינעווייניק אין טונעל וועט דערגיין ביז 40 גראד ווארימקייט, און די טעכניקער האבן אנגענומען מיטלען, אום צו לינדערן די היץ און צו באזארגן די ארבעטער מיט פרישער און קילער לופט. די געלערנטע האבן אבער נישט געטראפן ריכטיק. די טעמפעראטור האט זיך ארויסגעוויזן אינעווייניק אין טונעל פאר נאך העכער. און ווי א צוגאב צו די צרות האט מען זיך אנגעשטויסן עטלעכע מאל אויף הייסע קוואלן וואסער, וועלכע האבן פארפלייצט דעם גאנצן

אויסגעבויערטן טייל פון טונעל. ווי אין אלע ענלעכע פאלן, האט מען געבויערט דעם טונעל איינצייטיק פוןביידע זייטן, און עס האט געדויערט 7 יאר, ביז די ארבעטער פון ביידע זייטן האבן זיך צונויפגעטראפן אי־נעווייניק און דעם בארג-מאסיוו. וואס טיפער מען פארט אריין אין טו־נעל, אלץ שווערער ווערט די ארבעט, און אויף דורכצובויערן דעם לעצטן פערטל קילאמעטער טונעל ביז צום טרעף-פונקט פון זיינע ביידע העלפטן איז אוועק א האלב יאר צייט. אין יאר 1906 איז די סימפלאן-ליניע פונ־דעסטוועגן געווען שוין פארענדיקט. די מאדערנע טעכניק האט ווידער אמאל אויסגעפירט.

עס זענען פאראן אין די אייראפעישע געבערג-לענדער נאך א סך אנדערע בארג-אייזנבאנען, דאס זענען באנען פון אן אנדער ארט, נישט ווי די אקארשט דערמאנטע. זיי באדינען נישט די וועלט-קאמוניקאציע, זיי זענען געבויט פארן קליינעם לאקאלן פארקער אדער פאר טוריסטן און קומען אוים מיט קליינע וואגאנעם און קליינע לאקאמאטיוון. אויך אין די דאזיקע באנען איז אריינגעלייגט זייער א סך טעכנישע קונציקייט. שטאלץ פירן זיי בארג ארויף, מייגסטנס ווערן זיי באדינט דורך ספע־ציעלע לאקאמאטיוון מיט צאן-רעדער און אנדערע מאשינעריעס, וועלכע גיבן א מעגלעכקייט בייצוקומען גאר גרויסע שטייגונגען. די אינטערע־סאנטסטע פון די דאזיקע באנען איז די יונגפרוי-באן אין די שווייצארישע אלפן-בערג. זי פירט אין די געגנט פון אייביקן שניי און אייז אויף דעם יונגפרוי-בארג, 3500 מעטער די הויך. די לעצטע באן-סטאציע פון דער דאזיקער ליניע רעכנט זיך פאר דער העכסטער אין דער וועלט. אין טשילי (דרום-אמעריקע) זענען אפילו פאראן באנען, וועלכע דער־הויבן זיך נאך העכער איבערן ים, אבער דער אויסגאנג-פונקט פון די דאזיקע באנען ליגט אויך אויף א גרויסער הויך, ד. ה. זייער אויפשטייג איז א קלענערער, און ביי דעם דארטיקן ווארעמען קלימאט גרייכט נישט די טשילישע באן אין ערגעץ ביז צו דער שניי-ליניע.

צו די אויסערגעווייגלעכע אייזנבאן-ליניעס געהערן אויך יענע, וואס צייכענען זיך אוים מיט זייער לענג אדער וואס גרייכן ווייט אין די ווייטיק באוווינטע געביטן. אין אמעריקע איז אויסגעבויט געווארן די ערשטע אייזנבאן אויף צו פארייניקן צוויי אקעאנען, דעם אטלאנטישן מיט גרויסן. דאס איז געשען אין יאר 1869, און ביי היינט צו טאג פאר־מאגן די פאריייניקטע שטאטן מיט קאנאדע 4 אזעלכע באן-ליניעס, וואס שניידן דורך דעם גאנצן קאנטינענט פון מזרח ביז מערב. אין דרום-אמעריקע האט מען אין יאר 1909 פארענדיקט בויען אן ענלעכע ליניע פון בוענאס-איירעס איבער די אנדן-בערג ביז דער הויפט-שטאט פון

טשילי וואַלפּאַראַייסאָ. אזיע האָט נאָך פריער אין יאָר 1904 באַקומען די גרויסע סיבירער אייזנבאַן, וועלכע ציט זיך פון מאָסקווע ביז צו די ברעגעס פון שטילן אָקעאַן, ביז ווּלאַדיוואָסטאָק, אויף א מהלך ביז 8500 קילאָמעטער. אנדערע גרויסע באַן-ליניעס אין אזיע זענען ווידער די רוס-לענדישע ליניעס, וואָס פירן פון קאַספּישן ים ביז צו די גרענעצן פון טורקעסטאַן און אפגאַניסטאַן: אויף צו פאַרייניקן מיטל-אייראָפּע מיט אזיע איז אויסגעבויט די באַגדאַד-באַן און אין גיכן דאַרף פאַרטיק ווערן די ליניע, וואָס וועט איבער סיריע פאַרבינדן אייראָפּע מיט דער הייליקער שטאָט מעקאַ. אין וויטן מזרח פון אזיע האַלט ביים פאַרענדיקט ווערן די ליניע פון ווּלאַדיוואָסטאָק איבער פּעקין ביז קאַנטאָן. אויך אויס-טראַליע פאַרמאָגט א ליניע, וועלכע שניידט אדורך דעם גאַנצן קאָנטי-נענט, — די ליניע פירט פאָזע צום גאַנצן דרום ברעג פון אויסטראַליע. איין אפריקע איז פאַרבליבן דערוויל אָן א טראַנסקאָנטינענטאַלער באַן. פון צפון, פון אַלעקסאַנדריע, מיט דעם טאָל פון נילוס, און פון דרום, פון די דרום-אפריקאַנישע רעפּובליקן ציען זיך רעלסן-וועגן ביז צו צענ-טראַל-אפריקע. נאָר עס וועט דויערן, ביז וואַנען די ביידע ליניעס וועלן זיך טרעפן און שאַפן א דירעקטע פאַרבינדונג אַלעקסאַנדריע — קאַפּ-שטאָט.

פון די אייראָפּעישע באַנען לוינט צו דערמאָנען די ביידע ליניעס, וועלכע פירן אין וויטן צפון. אין סקאַנדינאַוויע דערגרייכט די אָפאָטען-באַן ביז איבער דעם פּאָלאַר-קרייז, און רוסלאַנד באַזיצט איר אייזנ-באַן צום ווייטן צפון — די מורמאַנער ליניע, ביז צו דעם וויטן מורמאַנסק.

די אייזנבאַנען זענען אריינגעטראָטן אין צווייטן יאָרהונדערט פון זייער לעבן. עס איז שווער צו געפינען א צווייטן געביט פון טעכניק, וואָס זאָל פאַר דער זעלביקער צייט וויזן אזא ריזיקן וווּקס. פון דער אנדער זייט האָט עס אן אויסזען, אז צום סוף פון יאָרהונדערט האָבן די אייזנבאַנען דערגרייכט שוין צו דער סאַמער העכסטער שטופּע פון זייער אנטוויקלונג. אין די קולטור-לענדער איז די נעץ פון אייזנבאַנען אזוי געדיכט, אז נייע באַנען קומען דאָרטן קוים אין באַטראַכט. עס קען זיך בלויז האַנדלען וועגן פאַרבייטן די דאַמף-קראַפט דורך אנדערע קוואַלן פון ענערגיע אָדער וועגן פאַרגרעסערן די געשווינדקייט פון דער באַן-קאָמוניקאַציע. נאָר אויך אין דער באַציונג איז שוין דערגרייכט אפּנים די העכסטע שטופּע. אין דייטשלאַנד זענען פאַראַן נאָרמאַלע צוגן,

זועלכע באוועגן זיך מיט א געשווינדקייט פון 86 קילאמעטער אין א שעה. דער עקספרעס פון לאנדאן קיין עדינבורג, וועלכער טראגט דעם נאמען „פליענדיקער שאטלענדער", מאכט 77 קילאמעטער א שעה. דער עקספרעס פון פאריז קיין קאלע, מיט וועלכן עס פארן די גבירים קיין לאנדאן, „די גאלדענע פייל", ווי מען האט אים א נאמען געגעבן, מאכט 100 קילאמעטער א שעה, און דאס שטייט שוין ביי דער גרעניץ, וואס עס קאנען אויסטאן די לאקאמאטיוון.

אום די אייזנבאן-צוגן זאלן פארן נאך געשווינדער ווי היינטיקע עקספרעסן, וואלט מען געדארפט אנקומען צו אזעלכע גרויסע לאקאמאטיוון, אז זייער אייגענער געוויכט וואלט ארייננגעשלונגען א צו גרויסע טייל פון זייער ענערגיע. נאך וויכטיקער איז אט וואס: די גיכע פאסאזשיר-צוגן לעבן שוין איצטער נישט בשלום מיט די פאמעלעכע משא-צוגן. די לעצטע פארשטעלן זיי אפטמאל דעם וועג, און כדי די קאמוניקאציע זאל נישט זיין געשטערט, מוז מען די משא-צוגן אפהאלטן אויף די צווישן-סטאציעס, ביז וואנען עס וועלן דורכפארן די גיכע פאסאזשיר-צוגן. אזא ארדענונג פארקלענערט די הכנסות פון די באנען, און די געשווינדקייט פון די פאסאזשיר-צוגן בלייבט פארט געפענטעט. עס וואלט אפשר געקומען דערצו, אז אויף די גרויסע ליניעס זאל מען אינגאנצן אפטיילן די פאסאזשיר-באוועגונג און אויסבויען פאר איר באזונדערע קאלייעס. דאס וואלט געמוזט זייער א סך אפקאסטן, ווארום וואס גיכער עס באוועגן זיך די צוגן אלץ פעסטער מוז זיין געבויט די ליניע, און די הוצאות פון אויסהאלטן א באן-ליניע וואקסן אין נאך א גרעסערער פראפארציע, ווי די געשווינדקייט פון פארקער. מען וואלט זיך אפשר נישט אפגעשטעלט פאר די גרויסע הוצאות, ווען די טעכניק וואלט נישט געעפענט נייע פערספעקטיוון פאר דער קאמוניקאציע.

מען האט געשאפן דעם לייכטן מאטאר פאר אויטאמאבילן און אעראפלאנען, און דער פונדאמענט פון די אייזנבאנען נעמט זיך וואקלען. דער כוח פון די אייזנבאנען ליגט אין דער געבונדנקייט פון דער קאליע, און איצט האבן מיר ניימאדישע באוועג-מיטלען, וועלכע נעמען די איבערהאנט דווקא א דאנק זייער נישט געבונדנקייט, א דאנק זייער פרייהייט, ווי די אויטאמאבילן אויף קלענערע און אעראפלאנען אויף גרעסערע שטרעקעס. עס האט אן אויסזען, אז דער וועג פון טעכניק זאל דא גיין איבער געבונדנקייט צו פרייהייט. דאס זענען דערווייל נאך נישט קלארע פאראויסזאגונגען פאר א ווייטערע צוקונפט. פאר דער נאענטסטע צייט איז און בלייבט די אייזנבאן דער זיכערסטער און פארשפרייטעסטער מיטל פון קאמוניקאציע.

X

אויטאָמאָבילן

פון דער דאַמף־קאַרעטע ביז 30.000.000 אויטאָמאָבילן. — די טעכנישע אַנטוויקלונג פון אויטאָ. — עלעקטרישער אויטאָ און דיזעל־אויטאָ. — טאַקסאַמעטערס און זייער אָפּשטאַם.

I

ס'איז נאָך געווען גאָר נישט לאַנג, און אין א סך לענדער פון איי־ראָפּע האָבן אויטאָמאָבילן געהערט צו די לוקסוס־זאַכן, אין ווירטשאַפט־לעכן לעבן האָבן זיי קיין שום ראָלע נישט געשפּילט. איצט האָט זיך די לאַגע אינגאַנצן געביטן, בעסער פאַר אַלץ בעווייזט עס פאָלגנדיקע קליי־נע סטאַטיסטיק. צום ערשטן יאַנואַר 1926 האָט די וועלט פאַרמאָגט ביז זעקס און צוואַנציק מיליאָן אויטאָמאָבילן. די איינצלנע לענדער מיט אַן אַנטוויקלטער אויטאָ־קאָמוניקאַציע האָבן פאַרמאָגט פאָלגנדיקע צאָל אויטאָמאָבילן.

אויף וויפל איינוווינער קומט אויס איין דורכשניט איין אויטאָמאָביל.

פאַראייניקטע שטאַטן פון אַמעריקע	20.234.000	א.	—	5,9
ענגלאַנד	1.474.573	„	—	29,8
פראַנקרייך . . .	855.000	„	—	45,6
קאַנאַדע	727.954	„	—	12,2
דייטשלאַנד . . .	589,830	„	—	110
אויסטראַליע . . .	368.293	„	—	15,2
איטאַליע	184.700	„	—	232

נעמענדיק אין באַטראַכט דעם ביזאהעריקן וווקס פון דער צאָל אויטאָמאָבילן, קען מען זיכער זאָגן, אַז צום אָנהויב יאָר 1927 וועט די וועלט פאַרמאָגן שוין דרייסיק מיליאָן אויטאָמאָבילן.

ווען עס רעדט זיך וועגן הונדערטער טויזנטער און — אין אמע־

ריקע — ווענן מיליאָנען, ווען יעדער זעקסטער איינוווינער האָט אָן אייגענעם אויטאָ איז קלאָר, אַז דער אויטאָמאָביל האָט אויפגעהערט צו זיין אַן אָנגעלעגנהייט פון אַ הייפל גבירים, וואָס טרייבן דערמיט לוקסוס. אין לענדער מיט אַ הויך-אַנטוויקלטער אינדוסטריע באַנוצט מען טאַקע אויטאָמאָבילן צו פאַרשיידנסטע צוועקן. קלענערע און גרעסערע אויטאָמאָבילן פירן פּאַסאַזשירן איבער די גאַסן פון די גרויס-שטעט אָדער אויף די ווענן פון איין שטאָט צו דער אַנדערער. גרויסע אויטאָמאָבילן פירן משא, אָדער זיי קאָנקורירן ווי אויטאָבוסן מיט די טראַמווייען און קליינבאַנען. ספּעציעלע אויטאָמאָבילן זענען געבויט פאַר דער פייער הילף, פאַר פייערלעשער, פאַר מיליטער א. א. וו. אין דער לאַנדווירטשאַפט געברויכט מען אויטאָמאָבילן-טראַקטאָרן אויף צו באַוועגן די וואָגנס מיט תבואה און די לאַנדווירטשאַפטלעכע מאַשינען. די אייזנבאַן, וועלכע איז צוגעשמידט צו די רעלסן מיט זייער פעסטן איינגעפונדעוועטן פּלאַנט, האָט נישט געקאָנט באַפרידיקן אַלע באַדערפעניש פון דער קאָמוניקאַציע עס האָט זיך געפאָדערט, ווי אַ צוגאָב צו דער אייזנבאַן, אַ גיכער מעכאַנישער וואָגן, וואָס זאָל טויגן פאַר יעדן מין וועג, און אַזוי איז אויסגעוואַקסן די אויטאָמאָביל-באַוועגונג.

דער אויטאָמאָביל אין זיין איצטיקער געשטאַלט געהערט צו די נייעסן אין דער טעכניק. ער איז אַלט אַרום 50 יאָר. ווי יעדער דערפינדונג האָט ער זיין לאַנגע פאָרגעשיכטע, וועלכע גרייכט אַזש ביז צום 15-טן יאָרהונדערט. שוין אין יענער צייט האָבן זיך געפונען בעלנים צו שאַפן מעכאַנישע וואָגנס, בעסער געזאָגט — מעכאַנישע קאַרעטעס. ס'פאַרשטייט זיך, אַז דאָס האָט געזאָלט זיין אַן עסק פאַר פירשטן און הערשער. זיי האָבן געזאָלט זיך פּראָלן מיט אַזוינע אויסטערלישע קאַרעטעס, וואָס באַוועגן זיך אָן פערד, און בשעת מלחמה האָט אַזאַ „אויטאָמאָביל" געזאָלט אָנוואַרפן אַ שרעק אויפן פיינט. קיין דאַמף-קראַפט האָט מען דעמאָלט נישט געקענט, און די ערשטע „אויטאָמאָבילן" זענען געווען ווינט-וואָגנס. פונם 16-טן יאָרהונדערט זענען איבערגעבליבן ידיעות, אַז דער פירשט פון זאַקסן און דאָס גלייכן דער פּרינץ פון אָראַניען האָבן זיך געלאָזט בויען ווינט-וואָגנס, ד' ה. — קאַרעטעס מיט זעגלען. נאָך מער זענען איבערגעבליבן פון יענע אַלטע צייטן פּראָיעקטן און צייכענונגען פון מעכאַנישע וואָגנס. אַלע אַזעלכע פּרוּוון זענען שטענדיק געבליבן פּאַראייינצלט, ביז וואַנען ס'איז נישט אויפגעקומען די דאַמף-קראַפט.

דאַמף-קראַפט דערמאָנט אַן לאָקאָמאָטיוון, און מען וואָלט געקאָנט מיינען, אַז דער ערשטער דאַמף-וואָגן איז געווען אַ נאָכגעמאַכטער

לאָקאָמאָטיוו. אין דער ווירקלעכקייט איז די אַנטוויקלונג צוגעגאַנגען פאַרקערט: דער דאַמף־וואָגן איז עלטער פאַרן לאָקאָמאָטיוו. נאָך אין יאָר 1663 האָט דער גרויסער ניוטאָן געוואָלט בויען אַ מאַשין, וואָס זאָל זיך באַוועגן מיט דער הילף פון דאַמף. ער האָט זיך יאָרן־לאַנג אָפּגעגעבן מיט דעם פּלאַן, נאָר עס איז ביי אים גאָרנישט אַרויסגעקומען. אין אָנפאַנג פון 18־טן יאָרהונדערט זענען ווידער אַנטשטאַנען נישט פאַרווירקלעכטע פּלענער פון דאַמף־וואָגנס. ערשט נאָכדעם ווי דזשעמס וואַט האָט געשאַפן די דאַמף־מאַשין, האָט זיך געפונען אַן אינזשיניער, וועלכער האָט אויסגעבויט אַ דאַמף־וואָגן. דאָס איז געווען דער פראַנצויזישער אינזשיניער קיניאָ, וועלכער איז אויסן געווען צו שאַפן אַ וואָגן פאַר דער אַרטילעריע. נאַפּאָלעאָן האָט זיך פאַראינטערעסירט מיט דער זאַך; קיין גרויסע רעזולטאַטן האָט דער פראַנצויזישער דערפינדער אויך נישט דערגרייכט. מער גליק פאַר אַלע האָט געהאַט דער ענגלענדער טרעוויטיק. זיין חאַמף־וואָגן, אויף וועלכן ער האָט באַקומען אַ פּאַטענט אין יאָר 1802, איז געפאָרן מיט אַ געשווינדקייט פון 15 קילאָמעטער אַ שעה און האָט געפירט 8—10 פּאַסאַזשירן: אַנדערע ענגלישע אינזשינירן האָבן קאָנקורירט מיט טרעוויטיקן, און אין די דרייסיקער יאָרן פון 19־טן יאָרהונדערט האָט מען אויף די גאַסן פון לאָנדאָן געקאָנט זען אַ היפּשע צאָל דאַמף־וואָגנס. נאָר די אייזנבאַנען האָבן גענומען קאָנקורירן מיט די דאַמף־וואָגנס און האָבן געוווּנען דעם קאַמף. אַגב האָבן די דעמאָלטיקע ענגלישע געזעצגעבער אַרויסגעגעבן תקנות, וואָס האָבן געמוזט אָפּשטעלן די אַנטוויקלונג פון די דאַמף־וואָגנס. אין יאָר 1836 איז אַרויס אַ געזעץ, אַז קיין איין וואָגן אָן פערד טאָר זיך נישט באַוועגן שנעלער ווי 4 קילאָמעטער אַ שעה, און אַז פאַרן וואָגן אויף אַן אָפּשטאַנד פון 100 יאַרד, דאַרף גיין אַ מענטש מיט אַ רויטער פאָן און וואָרענען די פאַרבייגייער. עס דוכט זיך אונדז קאָמיש צו הערן פון אַזאַ תקנה. דאָס איז אָבער אַ פאַקט, און נאָך ביז שפּעט אין 19־טן יאָרהונדערט האָט די דאָזיקע תקנה געגאָלטן אין ענגלאַנד.

די קאָנקורענץ פון דער אייזנבאַן איז געווען איינע פון די סיבות, פאַרוואָס די דאַמף־וואָגנס זענען אַרויס פון דער מאָדע. די צווייטע און אפשר וויכטיקערע סיבה האָט געשטעקט אין די אייגענע חסרונות פונעם דאַמף־וואָגן. אַ דאַמף־אויטאָמאָביל מוז האָבן אַ קעסל און פירן מיט זיך אַ סך וואַסער, ער מוז דערפאַר זיין שווער, און דאָס איז זיין גרעסטער חסרון. אויסצומיידן דאָס איז אוממעגלעך, — סיידן מען זאָל פאַרביטן די דאַמף־מאַשין מיט אַן אַנדער מעכאַנישן באַוועגער. אַזוינס איז מעגלעך געוואָרן נישט פריער, ווי מיט אַ יאָר 50 צוריק, ווען מ׳האָט זיך

אויסגעלערנט צו בויען לייכטע מאָטאָרן, וועלכע ארבעטן אויף בענזין.

דער ווינער מעכאניקער זיגפריד מארקוס איז געווען דער ערשטער, וועלכער האָט אויסגעבויט און אויטאָמאָביל, וואָס פארדינט ווירקלעך דעם דאָזיקן נאָמען. זינט דעם יאָר 1861 האָט ער זיך אָפּגעגעבן מיט דער קאָנסטרוקציע פון זיין מאשין. זיין ערשטער אויטאָמאָביל איז באַשטאַנען פון א האנטוועגעלע, אין וועלכן ער האָט איינגעבויט א גאַז-מאָטאָר אויף צו באוועגן די הינטערשע רעדער. מיט דעם דאָזיקן מעכאַנישן וועגעלע האָט ער געמאַכט עטלעכע פּראָבעס. די מאשין איז געפאָרן מיט אזא ליארם, אז פּאָליציי האָט זיך אריינגעמישט און פארבאָטן די המצאה. מארקוס האָט זיך נישט אָפּגעשראָקן, האָט געארבעט אויף א נייעם מאָדעל, און צום יאָר 1875 איז ביי אים פארטיק געוואָרן דער נייער אויטאָמאָביל, א פארבעסערטער. דער דאָזיקער אויטאָמאָביל געפינט זיך עד-היום אין ווין,ביים דאָרטיקן אויטאָמאָביל-קלוב, ווי אן אנדענק. מארקוס אליין איז אינגיכן געוואָרן פארטון אין אנדערע פּלענער, האָט פארגעסן אין זיין אויטאָמאָביל, און נישט אים איז באשערט געווען צו גרינדן די פאבריקאציע פון אויטאָמאָבילן אין א ברייטערער מאָס. דאָס האָבן אויפגעטאָן צוויי דייטשע טעכניקער — גאָטליב דאימלער און קארל בענץ. זיי האָבן זיך ווי געהעריק באקענט מיט דער פאבריקאַציע פון די גאַז-מאָטאָרן און האָבן יעדערער פאר זיך גענומען בויען אויטאָמאָבילן מיט ספּעציעל-צוגעפּאסטע מאָטאָרן.ביידע האָבן געגרינדעט וועלט-באַרימטע אויטאָמאָביל-פירמעס, און מיט זייערע פּאטענטן האָבן זיך באנוצט פירמעס אין אנדערע לענדער.

די ערשטע פּאטענטן פון בענץ און דאימלער שטאמען פון יאָר 1880. זייערע ערשטע אויטאָמאָבילן, ווי מארקוסעס אויטאָמאָביל, זענען געווען ווייט פון דער געהעריקער זיכערקייט און פעסטקייט. עס האָט זיך געפאָדערט די ארבעט פון עטלעכע צענדליק יאָר, כדי צו ברענגען דעם אויטאָמאָביל צו זיין איצטיקער פארפולקאָמונג.

2

די ערשטע אויטאָמאָבילן, ווי זיי זענען געבויט געוואָרן מיט 50 יאָר צוריק, האָבן אויסגעזען ווי געוויינלעכע קארעטעס אָדער רייטוואגנס. לויט זייער געבוי זענען זיי טאקע געווען געוויינלעכע וואָגנס, אין וועלכע מען האָט אריינגעבויט א מאָטאָר אויף צו באוועגן די רעדער. דער מאָטאָר איז געווען א גאַז-מאָטאָר פון א ספּעציעלער קאָנסטרוקציע, נישט דער געוויינלעכער, ווי מען האָט אים דעמאָלט געברויכט צו אנדערע

צוועקן אין דערין איז באַשטאַנען דער אָנזאָג אויף די קומענדיקע אַנט־וויקלונג פון אויטאָמאָבילים. שריט ביי שריט האָט די טעכניק געפונען די באַזונדערע, אויסערסט פּאַסיקע פאָרם פאַר יעדער טייל פון אויטאָ־מאָביל, און אין אַ בוך פאַרן ברייטן עולם איז שווער איבערצוגעבן, וויפל טעכנישע המצאות עס שטעקט דערין.

דער גאַז־מאָטאָר, וועלכער ווערט איצט גענוצט אין די מייסטע אויטאָמאָבילן, געהערט צו די גאַז־מאָטאָרן, וועלכע זענען באַשריבן ביי אונז אין קאַפּיטל 8 און לויט זיין צוגעפּאַסטקייט צו די צוועקן פון גיכער באַוועגונג איז ער אַליין שוין אַ וואונדער פון דער טעכניק. ער פאַרנעמט ווייניק אָרט, ער וועגט ווייניק, ער טראָגט אַריבער אַלע טרייס־לונגען און צופעליקייטן פון דער באַוועגונג — און אַרבעט ווי די בעסטע פעסט־שטייענדיקע שווערע מאַשין. ער איז באַזאָרגט מיט אַן אַפּאַראַט וואָס פאַרוואַנדלט אויטאָמאַטיש דעם פליסיקן בענזין אין אַ גאַז און מישט אויס דעם דאָזיקן גאַז מיט לופט. די קליינע עלעקטרישע מאַשינקע שאַפט פון צייט צו צייט אַ פונק אויף אויפצורייסן דעם גאַז־געמיש. באַזונדערע אַפּאַראַטן זיינען איינגעבויט אין מאָטאָר אויף צו קילן אים. אַ גאַנצער סיסטעם פון רערן מיט אַ קליינע פּאָמפּע זאָרגט אויטאָמאַטיש, אַז אַלע טיילן פון מאָטאָר און פון די רעדער זאָלן ווערן ווי געהעריק געשמירט. אַזוי ווי דער מאָטאָר פאַרמאָגט אַ חסרון, וואָס פון זיך אַליין קען ער נישט אָנהויבן צו אַרבעטן, איז פאַראַן נאָך אַ באַזונדערע עלעק־טרישע מאַשינדל אויף צו ברענגען דעם אויטאָמאָביל אין באַוועגונג. די זעלביקע מאַשין ליפערט עלעקטרישן שטראָם אויף צו באַלייכטן דעם אויטאָמאָביל אינעווייניק און פון דרויסן. דאָס אַלץ איז אַזוי איינגע־אָרדנט און איינגעפּאַסט, אַז דער שאָפער קען רעגולירן די אַרבעט פון מאָטאָר מיט אַלע נעבן אַפּאַראַטן דורך איינפאַכע באַוועגונגען מיט דער האַנט אָדער מיטן פוס, זיך נישט רירנדיק פון אָרט.

אַן איינפאַכע באַוועגונג פון שאָפער איז גענוג, אַז דער אויטאָ־מאָביל זאָל פאַרגיכערן אָדער פאַרלאַנגזאַמערן זיין געשווינדקייט, זאָל פאָרן אויף צוריק, אָדער זאָל זיך אָפּשטעלן. דאָס איז מעגלעך אַ דאַנק זייער קונציקע מעכאַניזמען, וועלכע טראָגן אַריבער אויף די רעדער די באַוועגונגען פון מאָטאָר, אין די ערשטע אויטאָמאָבילן פלעגט דאָס גע־שען איינפאַך ווי אין אַ וועלאָסיפּעד: פון מאָטאָר־וואַל פלעגט גיין אַ קייט צו אַ געציינדלטן ראָד, וואָס איז געזעסן אויף דער הינטערשטער אַקס. דאָס איז גוט פאַר אַ וועלאָסיפּעד און טויג נישט פאַר אַ גרויסן וואָגן. ווען דער וואָגן דאַרף פאַרקערעווען, מוזן זיך די רעדער דרייען איינע פּאַמעלעכער, די אַנדערע געשווינדער. כדי דאָס זאָל מעגלעך זיין,

זיצן בײדע הינטערשטע רעדער פון אויטאָמאָביל אויף באַזונדערע אַקסן־טײלן און זײ האָבן די פרײַהײט צו בײטן זײער געשווינדקײט יעדער ראָד פאַר זיך. פון דעם מאָטאָר גײט צו די הינטערשטע רעדער נישט קײן קײט, נאָר א קונציקער וואַל, וועלכער אַנטהאַלט פעדערנדיקע טײלן און קען זיך צופּאַסן צו פאַרשײדענע צופעליקײטן פון דער באַוועגונג. דער שאָפער האָט די ברירה ערשטנס צו פאַרגיכערן אָדער פאַרלאַנגזאַמערן די באַוועגונג פון מאָטאָר און צווײטנס צו בײטן דאָס פאַרהעלטעניש צווישן דער דרײונג פון מאָטאָר און דער דרײונג פון די רעדער. דער שאָפער רעגולירט אויך דורך פּשוטע באַוועגונגען די טאָרמאָזן אויף צו האַמעווען די באַוועגונג. אַזוי ווי עס איז זײער וויכטיק צו קענען וואָס גיכער אָפּצושטעלן דעם אויטאָמאָביל, באַזיצט יעדער גוטער אויטאָמאָביל נישט אײנעם נאָר עטלעכע מאַשינעריעס אויף אָפּצושטעלן די באַוועגונג. פריער פלעגט טאָרמאָזירט ווערן מײסטנס אײן פּאָר רעדער, איצט גײען אַלץ מער אַרײַן אין געברויך טאָרמאָזן אויף אַלע פיר רעדער.

אַן אויטאָמאָביל איז נישט מעגלעך אָן גומענע שינעס. די דאָזיקע שינעס באַהיטן דעם אויטאָמאָביל פון די שטאַרקע טרײסלונגען און דאָס וויכטיקסטע — זײ גיבן א מעגלעכקײט צו פאַרגיכערן די געשווינדקײט און צו פאַרקלענערן דאָס געוויכט פון אויטאָמאָביל. די שינעס שטאַמען פון אַן עלטערער צײַט. נאָך אין יאָר 1845 האָט אײנער אַן ענגלענדער טאָמסאָן אַרויסגענומען א פּאַטענט אויף א קאַרעטע מיט לופט־רײפן. די לופט־רײפן זײנען געווען דאָס זעלביקע, וואָס די איצטיקע אויטאָמאָביל־שינעס. די דיקע שינעס, ווי מיר זעען זײ אויף די אויטאָמאָבילן, זײנען נישט די אײגנטלעכע שינעס. דאָס איז בלויז דער גראָבערער צודעק אויף צו באַשיצן די פײנערע גומענע קישקע, וועלכע ליגט אינעווײניק האַרט בײַם ראָד און ווערט אָנגעפּאָמפּעט מיט לופט: די דאָזיקע געפּרעסטע לופט פאַרשאַפט עס די באַוועגונג פון אויטאָמאָביל זײַן עלאַסטישקײט. פאַר געווײנלעכע קאַרעטעס איז די דערפינדונג פון די לופט־רײפן געווען נישט וויכטיק. אָקעגן דעם וואָלטן די אויטאָמאָבילן נישט געקאָנט באַשטײן אָן זײ. א סימן האָט מען פון דעם וועלט־קריג. אין דײַטשלאַנד האָט דעמאָלט אויסגעפעלט גומי פאַר די שינעס, און מען האָט צוגעטראַכט פאַרשידענע עלאַסטישע רעדער, וואָס זאָלן קאָנען פאָרן אָן גומי־שינעס. אַלע די דאָזיקע רעדער האָבן זיך אַרויסגעוויזן פאַר א שלעכטן „ערזאַץ״ און זײנען אַרויס פון געברויך.

דעם מאָטאָר פון אויטאָמאָביל האָט מען שוין לאַנג אַרויסגענומען פון די רעדער און אַוועקגעשטעלט פון סאַמע פאָרנט. אויך די אַנדערע טײלן פון אויטאָמאָביל האָבן געפונען זײער פּאַסיקן פּלאַץ. אויף די אַקסן

ליגט א פעסטע שטאָלענע ראַם און אין דעם ראַם זיינען באַפעסטיקט דער מאָטאָר מיט די רעסאָרן און מיט דער גאַנצער איבעריקער מאַשי־נעריע. דאָס איז דער אַזוי גערופענער „שאַסי" פון אויטאָמאָבילן. אויף דעם שטאָלענעם ראַם שטעלט מען אוועק די אייגנטלעכע קאַרעטע אָדער די פּלאַטפאָרמע פאַר סחורות. דער „שאַסי" און דער איבערבוי זיינען צוויי באַזונדערע טיילן, זיי ווערן באַזונדער אויסגעפּאַרטיקט, זיי ווערן פאַרייניקט אין דער לעצטער שטופע פון דער פאַבריקאַציע און צוזאַ־מען שאַפן זיי דעם כאַראַקטעריסטישן אויסזען פון איצטיקן אויטאָ־מאָביל.

ווי מיר האָבן געזען, באַשטייט דער אויטאָמאָביל פון א סך טיילן, און עס זיינען פאַראַן אין אים אחוץ די באַשריבענע אַפּאַראַטן נאָך אַנדערע מינדערוויכטיקע טיילן. דער גאַנצער קונץ פון אויטאָמאָבילן־בוי באַשטייט דערין, וואָס מען האָט דערגרייכט א פּינקטלעכע און גע־נויע אַרבעט פון די אַלע מאַשינעס.

היות ווי דער אויטאָמאָביל באַשטייט פון א סך טיילן, איז גע־שאַפן א מעגלעכקייט אַזוי צו בויען און צוזופּאַסן די טיילן, עס זאָלן אַרויסקומען פאַרשידענע טיפּן פון אויטאָמאָבילן. פאַר יעדער צוועק זיי־נען פאַראַן איצט אויטאָמאָבילן, אָנהייבנדיק פון א קליינעם אויטאָמאָ־ביל פאַר 1—2 פּאַסאַזשירן און אויסלאָזנדיק מיט די שרעקלעכע „טאַנ־קען" פאַר מיליטערישע צוועקן. דער אויטאָמאָביל איז קאָמפּליצירט און קאָסט א סך געלט. נאָר ער מוז און וועט ביליקער ווערן. פאַר איראָפּע איז עס דערוויל צוקונפט־מוזיק, אין אַמעריקע איז עס א געשעענער פאַקט.

ווען אַמעריקע פאַרמאָגט איצט איבער 20 מיליאָן אויטאָמאָבילן, איז עס דערפאַר, וואָס א מיטעלער מענטש אָדער א בעסער באַצאָלטער אַרבעטער קען זיך דאָרטן פאַרגינען צו האָבן אַן אייגענעם אויטאָמאָביל: דאָס קאָסט עטלעכע הונדערט דאָלאַר אויף אויסצאָלן אין קליינע ראַטעס. די ביליקייט פון די אויטאָמאָבילן אין אַמעריקע נעמט זיך דערפון, וואָס אַמעריקע האָט פאַרשטאַנען איינצופירן נייע מעטאָדן אין זייער פאַב־ריקאַציע. אין אַמעריקע ווערן די אויטאָמאָבילן געבויט מאַסנווייז, און די פאַרטיילונג פון דער אַרבעט, ווי אויך די אויסנוצונג פון מאַשינען אַנשטאַט אַרבעטס־הענט איז דערביי געבראַכט צו אַזא שטופע, אַז דער פאַרברויך פון מאַטעריאַל און מענטשן־קראַפט איז פאַרקלענערט ביז צו א מינימום.

מיר אַלע לעבן נאָך אומבאַוווסטזיניק מיט השגות, וועלכע שטאַמען פון אַלטע האַנטווערקערישע צייטן, מיר האַלטן, אַז א מאַסן־פּראָ־

דוקט איז מינדערוועטיק, אז א רעכטער קעגנשטאנד קען ווערן אויס־געפּאַרטיקט נישט אנדערש ווי לויט א ספּעציעלער באַשטעלונג. דער האַנטווערקער באצייכנט יעדער מאַסן-אויסאַרבעטונג מיט ביטול ווי „טאַנדעט". פון זיין שטאַנדפּונקט מעג דער האַנטווערקער זיין גערעכט. מיר ווידער באגייען א גרויסן פעלער, ווען מיר טראָגן אריבער די דאָזיקע באַגריפן אויף דעם געביט פון מאָדערנעם מאַשינען-בוי. דאָ האַלט עס פּונקט פאַרקערט ווי ביים בעל-מלאכה אין ווארשטאַט. ווען א פאַבריק בויט איין מאַשין לויט א ספּעציעלער באַשטעלונג, מאַכט זי אין געווייסן זין א פּרווו, און זי קען נישט זיין זיכער, אז די רעזולטאַטן וועלן זיין גוטע. ערשט ווען עס קומט צו בויען א סעריע פון איינע און די זעלבע מאַשינעס, קען די פאַבריק דערגרייכן א העכערן שטאַפּל. זי קען זיך דעמאָלט אָפּגעבן מיט טעכניש-וויסנשאַפטלעכע פאָרשונגען, וועלכע באַלאַנגען צום בויען די מאַשין; זי קען אדורכפירן די סאַמע גענויסטע קאָנטראָלע פון אלע געברויכטע מאַטעריאַלן. ווען מען בויט די מאַשין נישט בלויז אין סעריעס, נאָר ווי א מאַסן-פּראָדוקט אין צענדליקער, הונדערטער טויזנטער שטיק, זיינען די מעגלעכקייטן פון פאַרפולקאָמען די פּראָדוקציע נאָך גרעסער, און דער פּראָדוקט קומט ארויס גאָר גוט און ביליק. אויף דעם געביט פון אויטאָמאָבילן איז אין דער באַציונג באַרימט פאָרדס פאַבריק, וועלכע לאָזט — ארויס טאָג טעגלאך איבער 1000 נייע אויטאָמאָבילן.

די אמעריקאַנער אויטאָמאָבילן-אינדוסטריע פאַרדינט א באַזונדער באַשרייבונג, בפרט ווען נאָך איר מוסטער ווערט איצט רעאָרגאַניזירט די אויטאָמאָבילן-אינדוסטריע אין אייראָפּע, און אויך אנדערע אינדוסטריע-צווייגן לערנען זיך ביי איר און טוען איר נאָך. נאָר מיר קענען זיך נישט אריינלאָזן דערין ווארום מיר האָבן נאָך נישט אויסגעשעפּט אונזער איינגעלטלעכע טעמע.

8

די מייסטע אויטאָמאָבילן ווערן געבראַכט אין באַוועגונג דורך גאַזאָמאָטאָרן. די מייסטע, אָבער נישט אלע. עס זיינען פאַראַן אויך עלעקטרישע אויטאָמאָבילן. זיי צייכענען זיך אויס מיט א שטילן און רואיקן גאַנג און מיט זייער ריינקייט, ווארום עס פעלן ביי זיי נישט אָנגענעמע גאַזן, ווי אויך די צאָן-רעדער און אנדערע מעכאַניזמען אויף איבערצוגעבן די באַוועגונג פון [illegible] צו די רעדער. די עלעקטרישע מאָטאָרן זיצן אויף דער אַקס פון די רעדער און ארבעטן אָן גערויש, זייער

רואיק. די רעגולירונג פון דעם עלעקטרישן מאָטאָר, ווען דער אויטאָמאָביל דאַרף גיין גיכער אָדער פּאַמעלעכער, קומט פאָר זייער איינפאַך בערך אזוי ווי אין די עלעקטרישע טראַמוויען. דאָס אַלץ זיינען גרויסע מעלות פון דעם עלעקטרישן אויטאָמאָביל און ער וואָלט זיכער געשלאָגן זיין קאָנקורענט דעם בענזין-אויטאָמאָביל, ווען נישט איין פּרינציפּיעלע שוועריקייט. דער עלעקטרישער מאָטאָר אין אויטאָמאָביל נויטיקט זיך אין א קוואַל פון עלעקטרישן שטראָם, וועלכער זאָל אים כסדר שפּייזן און דאָס איז זייער א קאָמפּליצירטע געשיכטע. דער פּרייבאַוועגלעכער אויטאָמאָביל קען נישט זיין אָפּהענגיק פון אן עלעקטרישער צענטראַלע, וועלכע שיקט שטראָם פון דראָטן. ער מוז זיך אליין האָבן אזוי צו זאָגן אן אייגענע עלעקטרישע סטאַציע, און דאָס קען געמאָלט זיין אויף צוויי־ערליי אופנים אָדער דער אויטאָמאָביל זאָל פירן מיט זיך א דינאַמאָ אָדער ער זאָל האָבן אן עלעקטרישן אקומולאַטאָר.

א דינאַמאָ איז א מאַשין אויף צו פּראָדוצירן עלעקטרישן שטראָם און פאַרלאַנגט א מאָטאָר, וועלכער זאָל זי ברענגען אין באַוועגונג. עס קומט אויס בכן, אז אן עלעקטרישער אויטאָמאָביל דאַרף האָבן א דריי־גאָרנדיקע מאַשינעריע: א גאַז-מאָטאָר אויף צו דרייען א דינאַמאָ, א דינאַמאָ אויף צו שפּייזן די עלעקטראָ-מאָטאָרן און עלעקטראָ-מאָטאָרן אויף צו דרייען די רעדער. צו וואָס-זשע דאַרף מען דאָס אַלץ? צו איז נישט גרינגער, אז דער גאַז-מאָטאָר זאָל דירעקט דרייען די רעדער? דער תירוץ אין פאָלגנדיקער. א גאַז-מאָטאָר קען נישט באַוועגן דירעקט די אקסן פון אויטאָמאָביל און אין די געוויינלעכע אויטאָמאָבילן זיינען טאָקע פאַראַן דערויף באַזונדערע מעכאַניזמען, וועלכע זיינען גענוג קאָמפּליצירט. אין די גרויסע אויטאָמאָבילן, וואָס דינען אלס אָמניבוסן ד. ה. אין די אויטאָבוסן שטעלן מיט זיך פאָר די דאָזיקע מעכאַניזמען זייער גרויסע און טייערע קאָנסטרוקציעס און פונדעסטוועגן אַרבעטן זיי נישט גענוג באַפרידיקנדיק. דערפאַר קען עס פאָר אויטאָבוסן זיין צוועקמעסיק אָנצוקומען צו דינאַמאָס מיט עלעקטראָ-מאָטאָרן, און אין אמעריקע נייען אַזעלכע אויטאָבוסן אויף בענזין מיט עלעקטריע. דאָס איז א טעכנישע קאָמבינאַציע זייער ענלעך צו דעם דיזעל-לאָקאָמאָטיוו, וועלכן מיר האָבן דערמאָנט אין פריערדיקן קאַפּיטל. פאַר געוויינטלעכע אויטאָמאָבילן קומט עס נישט אין באַטראַכט, און א געוויינלעכער עלעקטרישער אויטאָמאָביל קען אַרבעטן נאָר אויף אקומולאַטאָרן.

אקומולאַטאָרן זיינען שפּייכלערס אָדער בעסער געזאָגט באַסיינען פון עלעקטרישער ענערגיע. זיי באַשטייען פון בלייענע פּלאַטן אַריינגעשטעלט אין א זייערס. ווען עס ווערט דורכן אקומולאַטאָר דורכגעלאָזן אַ

עלעקטרישער שטראָם, ווערט דער דאָזיקער שטראָם איינגעזויגען אין אים און מען זאָגט דעמאָלט אויפן אקומולאטאָר, אז ער איז אָנגעלאָדן. דערויף איז ער גרייט צום געברויך. דער עלעקטרישער שטראָם קען פון אים ארויספליסען און טאָן אַן ארבעט. אזוינע אקומולאטאָרן שטייען אין די עלעקטרישע אויטאָמאָבילן און אלץ וואָלט געווען גוט ווען נישט איין געוואלדיקער חסרון זייערער. די בלייענע פּלאטן וועגן זייער אַ סך, מען מוז אויסקומען מיט קלענערע אקומולאטאָרן אָדער אנדערש גערעדט, דער אויטאָ קען נעמען מיט זיך נאָר אַ קליינעם סכום עלעקטרישן שטראָם. עס איז קלאָר, וואָס דאָס באדייט: דער אויטאָ קען נישט פאָרן אויף לאַנגע שטרעקעס, ער טאָר זיך נישט דערווייטערן פון די קוואַלן פון עלעקטרישער ענערגיע. מען נוצט איצט אזוינע אויטאָמאָבילן אויסשליסלעך פאר שטאָטישער קאָמוניקאציע און בלויז אין יענע פאלן ווען דער שטראָם אויף אָנצולאָדן די אקומולאטאָרן קאָסט ביליק.

גאָר אנדערשט וואָלט געווען, ווען ד עלעקטראָטעכניק וואָל ארויסגעפונען לייכטערע און שטארקערע אקומולאטאָרן. דאָס וואָלט געבראכט בכלל צו אַן איבערקערעניש אין דער גאַנצער אינדוסטריע. דערוויל האָט מען עס נאָך נישט אויפגעטאָן. און די ווייט גרעסטע צאָל אויטאָמאָבילן ווערט געטריבן דורך בענזין-מאָטאָרן. די לעצטע ווערן כסדר פארפּולקאָמט און עטלעכע דאטן וועלן ווייזן אויף ווי ווייט מ'האָט זיך גראָך די לעצטע יאָרן אַ רוק געטאָן פאָראויס אין דער באציונג. כדי צו דערגרייכן וואָס גרעסערע געשווינדקייטן פון אויטאָמאָביל דארף מען פארשטארקן די ווירקונג פון דעם מאָטאָר, נישט פארגרעסערנדיק, נישט זיין פארנעם און נישט זיין געוויכט. דאָס לאָזט זיך מאכן אויף אזא ארט און שטייגער, אז מען פרעסט אַריין אין צילינדער פון מאָטאָר, וואָס מער ברענשטאָף און צווייטנס פארגרעסערט מען די געשווינדקייט פון דער קאָלבע אין צילינדער. ערב דעם וועלט-קריג האָט דער אויטאָמאָביל-מאָטאָר געהאלטן אזוי: די קאָלבע אין מאָטאָר פון בעסטן סאָרט פלעגט אויספירן ביי 3000 באוועגונגען אין אַ מינוט, דער ברענשטאָף פלעגט ווערן צונויפגעפרעסט ביז צו 0,20 פון זיין פארנעם און די ארבעטס-פעיקייט פון מאָטאָר האָט דערגרייכט ביז צו 30 פערד-קראפט אויף יעדער ליטער פון זיין פארנעם. אין יאָר 1925 האָט מען שוין געבויט אויטאָס מיט 7,200 באוועגונגען אין אַ מינוט און מיט אַ זיבנפאכיקער צונויפפרעסונג פון ברענשטאָפן. דער מאָטאָר פון אזא אויטאָ האָט פארמאָגט צו געבן 100 פערד קראפט אויף יעדער ליטער אין פארנעם פון צילינדער. אין יאָר 1914 פלעגט דער מאָטאָר אין אויטאָ פארברויכן ביז 250 גראם בענזין אויף אַ שעה און אויף אַ פערד קראפט: און יאָר 1925 אין דער פארברויך געפאַלן אין די

[illegible] מאָס ביז 180 גראַם. דאָס נאָדייט, אַז דער אויטאָמאָביל איז אימשטאַנד מיט דעם זעלביקן סכום בענזין אויספירן א ווייטערע נסיעה ווי מיט 10 יאָר צוריק. כדי צו האָבן א שטיקל באַגריף ווי שווער עס איז צו בויען מאָטאָרן פאַר אַזוינע אויטאָס דאַרף מען זיך איבערלייגן, אַז ווען די קאָלבע ווערט אַרויסגעשטויסן פון צילינדער 6000 מאָל און א מינוט, מוז די קלאַפּע אויף אַריינצולאָזן דעם ברענשטאָף זיך עפענען און פאַרמאַכן נישט מער און נישט ווייניקער ווי 100 מאָל אין א סעקונדע, אָדער אַנדערש גערעדט — זי דאַרף עפענען דעם צילינדער נישט מערער ווי ואויף איין צוויי־הונדערטסטל פון א סעקונדע. אין אַזאַ קליינער ווײַלע מוז דער אויסגעדאַמפּטער ברענשטאָף אויספילן דעם גאַנצן צילינדער, א נישט וועט די קאָלבע נישט ווערן רעגולער אַרויסגעשטויסן און דער מאָטאָר וועט זיך אָפּשטעלן.

די געוויינלעכע גאַז־מאָטאָרן ווי מיר האָבן זיי באַשריבן אין פריערדיקן קאַפּיטל זיינען נישט צוגעפּאַסט צו אַזאַ גיכער באַוועגונג. די גיכע מאָטאָרן פאַר די אויטאָס ווערן געבויט מיט צוגאָב־מכשירים, וועלכע פּרעסן צונויף דעם ברענשטאָף נאָך איידער ער ווערט אַריינגעגעבן אין צילינדער פון מאָטאָר. נאָר דאָ קומט א נייע צרה. עס האָט זיך אַרויסגעוויזן אין דער פּראַקטיק, אַז די געוויינלעכע סאָרטן בענזין פאַרטראָגן נישט די צו גרויסע צונויפּרעסונג. אָנשטאָט א נאָרמאַלער פאַרברענונג מאַכט זיך א מין מאָמענטאַלער אויפרייס, דער גאַנצער מאָטאָר ווערט אָנגעהיצט איבער דער נאָרמע און הערט אויף צו אַרבעטן. עס וואָלט אויסגעקומען זיך אָפּצוזאָגן פון א שטאַרקערער צונויפּרעסונג פון דעם בענזין און פון אַלע מעלות, וועלכע עס האָט אַזאַ פאַרשטאַרקטע ווירקונג פון מאָטאָר, ווען מען וואָלט נישט געפונען קיין מיטל אַקעגן דער אָקאָרשט באַשריבענער צרה. אַזאַ מיטל באַשטייט אין צוגעבן צום בענזין א קליינעם סכום און ערך איין פּראָמיל (איין צענטל פּראָצענט) ספּעציעלע כעמישע שטאָפן. דאָ נישט לאַנג האָבן אי דייטשן אי פראַנצויזן אַרויסגעפונען דעם סוד פון אַזוינע שטאָפן. לויט דער דייטשער ערפינדונג קאָסטן די שטאָפן ביליק, ווארום זיי באַקומען זיך ווי א נעבן־פּראָדוקט ביי דער פאַרפליסיקונג פון שטיינקוילן. אויסער דעם זיינען געמאַכט פאָרשלאָגן ווען בייקומען די באַשריבענע צרה אויף א ריין פיזיקאַלישן אופן, דורך איבעראַרבעטן דעם אויסזען פון דער קאָלבע אין צילינדער.

מיר האָבן פריער געזאָגט, אַז דער מאָדערנער אויטאָמאָביל לאָזט זיך לייכט באַדינען נישט געאַכט אויף זיין גאַנצער קאָמפּליצירטקייט. אויך דער גייעסטער גיכער אויטאָמאָביל פאָדערט נישט קיין צו גרויסע באַדינונג.

דאָס איז אָבער אַלץ געריכטעט װעגן קורצע אין פירן דעם אויטאָ בשעת דער רייזע. אקעגן דעם פאָדערט דער מאָטאָר אין אויטאָ באַשטענדיקע רעמאָנטן, און דאָס ווי אויך דער הויכער פּרייז פון בענזין פאַרשאַפט די גרעסטע הוצאות פאַר די באַנוצער פון אַן אויטאָ. דערפאַר שטרעבט די טעכניק צו שאַפן נייע אויטאָמאָבילן ווו דער בענזין-מאָטאָר זאָל זיין פאַרביטן דורך אַן אַנדערן. אין פראַנקרייך איז מען מער פאַר אַלץ פאַראינטערעסירט אין באַפרייען זיך פון בענזין, וועלכער ווערט אימפּאָרטירט פון אויסלאַנד. אויף שווערע לאַסט-אויטאָמאָבילן האָט מען דאָרטן מיט עטלעכע יאָר צוריק אַוועקגעשטעלט גאַז-מאָטאָרן מיט אייגענע גאַזאַמעטערס, וועלכע אַרבעטן אויס ברענגאַז פון האָלץ-קוילן און ענלעכע פּראָדוקטן, וואָס געפונען זיך אין לאַנד גופא. אַזאַ איינאָרדנונג וועגט אַ סך און היות ווי דער ברענגאַז ענטהאַלט נישט אַזויפיל ענערגיע ווי בענזין-גאַז מוז מען דעם אויטאָמאָביל בויען מיט אַ גרעסערן מאָטאָר, די ביליקייט פון דעם ברענשטאָף גיט פאָרט אַ גרויסע עקאָנאָמיע. און אין פראַנקרייך ווערט אַלץ מער פאַרשפּרייט אָט דער טיפּ לאַסט-אויטאָמאָבילן. מען אַרבעט דאָרטן טיכטיק אויף זייער פאַרפולקאָמונג און די דערגרייכטע רעזולטאַטן וועלן אפשר קענען האָבן אַ באַדייטונג אויך אין אַנדערע לענדער און ספּעציעל פאַר דעם געברויך פון אויטאָס און דער לאַנדווירטשאַפט פאַר פּאַסאַזשיר-אויטאָס קומען נישט אין באַטראַכט אַזוינע מאָטאָרן, און ביי דעם איצטיקן שטאַנד פון דער טעכניק קען בייקומען דעם בענזין-מאָטאָר בלויז דער דיזעל-מאָטאָר.

דער דאָזיקער מאָטאָר אַרבעט אויף ביליקע שווערע אייל און קומט אויס אָן צוויי קאָמפּליצירטע באַשטאַנד-טיילן פון דעם גאַז-מאָטאָר: ער דאַרף נישט האָבן קיין עלעקטרישן פונק-מאַשין אויף אָנצוצינדען דעם ברענשטאָף אין צילינדער און נישט קיין מכשיר אויף צו פאַרוואַנדלען די ברענפליסיקייט אין גאַז. ביז נישט לאַנג האָט מען אַזאַ מאָטאָר נישט געקענט אַוועקשטעלן אין אַן אויטאָ, מחמת דיזעל-מאָטאָרן האָבן זיך נישט געלאָזט בהיען אין אַ קליינעם פאָרנעם. אין יאָר 1926 האָט זיך די זאַך ענדלעך איינגעגעבן. צוויי באַוווּסטע פירמעס, איינע אין אַמעריקע, די אַנדערע אין דייטשלאַנד האָבן יעדערע פאַר זיך אויסגעבויט קלענערע דיזעל-מאָטאָרן פאַר אויטאָמאָבילן און לויט די מעלדונגען פון דער פאַךפּרעסע האָבן די ערשטע פּראָבע-נסיעות מיט ביידע דיזעל-אויטאָס געגעבן גוטע רעזולטאַטן. אַזוי אַרום האַלט עס דערביי, אַז דער אויטאָמאָביל, וועלכער איז שוין איצטער פאַרשפּרייט אין מיליאָנען עקזעמפּלאַרן זאָל ווערן נאָך צוטריטלעכער און נאָך מער פאַרשפּרייט.

4

אין די גרויסע שטעט פון אייראָפּע גייען אלץ מערער ארויס פון דער מאָדע די אמאָליקע דראָזשקעס און ווערן פארביטן מיט אויטאָ-דראָזשקעס, מיט טאקסאמעטערס. אין עטלעכע שטעט האָט מען אין יאָר 1925 אפילו געפראוועט פייערלעכע לוויות פון דער פערד-דראָזשקע, צוזאמען מיט דער אלטער דראָזשקע גייט אוועק פון דער וועלט דער אלטער מנהג פון דינגען זיך מיטן דראָזשקער. ציים איז געלט, מען איילט זיך גיכער צו פאָרן, מען קען נישט פטר'ן די טייערע צייט אויף דינגעניש, און מען דארף עס איצט נישט, ווארום די זאך ווערט אויטאָמאטיש באזארגט דורכן טאקסאמעטער. די אויטאָ-דראָזשקע האָט א מאשינקע, וואָס ווייזט וויפל דער קונד דארף באצאָלן, און זי טוט עס ווי עס פאסט פאר א מאשין — גענוי און פינקטלעך. עס לוינט צו באשרייבן דעם דאזיקן „זייגער" פון דעם אויטאָ, די רעכנמאשינקע זיינע ווייל זי שטאמט פון גאָר גרויסן יחוס, פון סאמע גאונים.

די רעכנמאשינקע פון א טאקסאָמעטער באשטייט אינווייניק פון געציינדלטע רעדלאך, און זיי ווערן געבראכט אין באוועגונג נישט דורך א פעדער-זייגער, נאָר דורך דעם ראָד פון אויטאָמאָביל. פון דער מאשינקע גייט א בויגעוודיקער שטאנג (אָדער דראָט) צום ראָד. אויף דעם ראָד זיצט א נאָגל, דער ראָד דרייט זיך, און איטלעך מאָל, ווען דער נאגל קומט אין בארירונג מיט דער שטאנג, פארטשעפעט ער אים, און דער שטאנג גיט א דריי דאס געציינדלטע רעדל אויף איין צאָן פאראויס. די צאָן-רעדלעך זענען אזוי בארעכנט, אז ווען די רעדער פון אויטאָמאָביל לויפן דורך א געוויסן שטח, לאָמיר זאָגן — א קילאָמעטער אָדער א האלבן, רוקט זיך איבער אין פענסטערל פון טאקסאָמעטער די ציפער פון די גראָשנס אָדער גילדנס. די גענויערע מעכאניק פון דעם מכשיר איז דאָ נישט וויכטיק. דאקעגן איז אינטערעסאנט צו וויסן, פונוואנען שטאמט דער שכל פון דער מאשינקע.

שוין ביי די רוימער זיינען געווען מאשינעס אויף צו מעסטן די לענג פון וועג. פון די רוימישע צייטן פאר קריסטוסעס געבורט, איז איבערגעבליבן א באשרייבונג פון איינעם אזא מכשיר. די רעדער פון וואָגן פלעגן ברענגען אין באוועגונג דעם מכשיר, און איטלעך מאָל, ווען דער וואָגן פלעגט דורכפאָרן א מייל, פלעגט א קליין שטיינדל אראָפּפאלן אין א כעטאלענעם געפעס. מען פלעגט ציילן די שטיינדלעך אָדער די קלאנגען ביי זייער פאלן אין געפעס, און מען פלעגט וויסן, וויפל מייל מען איז

דורכגעפֿאָרען. אָט דאָס מעסטן דעם זועג איז געווען דער צוועק פֿון דעם מכשיר. שפּעטער אין מיטלאַלטער און אין דער נייער צייט, זיינען אויפֿגעקו־מען בעסערע מעסט־אַפּאַראַטן, מער ענלעכע צום היינטיקן טאַקסאָמעטער. דער אייגנטלעכער טאַקסאָמעטער איז אויך נישט קיין נייעם פֿון די לעצטע יאָרן, ער איז אַלט אַ יאָר 50, אָבער ער האָט אַ נאָענטע שייכות צו באַרימטע פֿריערדיקע המצאות.

דער גאָניאַלער איטאַליענישער מאָלער לעאָנאַרדאָ דאַ ווינטשי, וועל־כער האָט זיך אויסגעצייכנט מיט אַ סך גאָניאַלע טעכנישע איינפֿאַלן, האָט דער ערשטער אויפֿגעגעבן דעם פּלאַן פֿון אַ וועג־מעסטער פֿאַר פֿוסגייער. ער האָט פֿאָרגעלייגט, מען זאָל אויפֿהענגען ביים גארטל פֿון פֿוסגייער אַ קליינעם וועג־מעסטער אויף אַזאַ אָרט און שטייגער, אַז דער שטאַנג זאָל ליגן אויפֿן פֿוס און זאָל מאַכן אַ באַוועגונג ביי יעדן טריט פֿאָרויס. אַזוי אַרום איז אַנטשטאַנען דער טריט־מעסטער, וועלכער גיט אָן גענוי די צאָל טריט פֿון אַ פֿוסגייער. ביז היינטיקן טאָג ווערן געבויט פֿאַר־שידנאַרטיקע שריט־מעסטערס. קיין גרויסע באַדייטונג פֿאַר זיך האָט נישט דער מכשיר, נאָר פֿון אים זיינען אויסגעוואַקסן די רעכן־מאַשינען, וועלכע שפּילן היינט צו טאָג אַ גרויסע פּראַקטישע ראָלע. לעאָנאַרדאָ דאַ ווינטשים אויפֿטו האָט באַפֿרוכפּערט מיט יאָרן שפּעטער די געדאַנקען פֿון אַ אַנדער גאון. אין יאָר 1670 האָט דער גרויסער פֿילאָזאָף לייבניץ דערזען אַ שריט־מעסטער, און ער איז פֿערחידושט געוואָרן, ווי אַזוי אַ מאַשין, וואָס דענקט נישט, קאָן ציילן די שריט. ביי אים און קאָפּ האָט אויפֿגעלויכטן דער געדאַנק, אַז אויב אַזוי, קען מען צוטראַכטן אַ מכשיר, וואָס זאָל אויספֿירן אַלע אַריטמעטישע חשבונות. לייבניץ איז דער־פֿון אַזוי געוואָרן באַגייסטערט, אַז ער האָט זיך אַליין גענומען צו דער אַר־בעט און האָט נאָך לאַנגער מי אויסגעבויט אַ רעכן־מאַשין, מיט וועלכער מען קאָן אויספֿירן די אָפּעראַציעס פֿון חיבור, חיסור א. א. וו.

אַ דאַנק דעם וועג־מעכטער און שריט־מעסטער, האָט לייבניץ געשאַפֿן די ערשטע רעכן־מאַשין, און איצט איז די רעכן־מאַשין געוואָרן אַ גאַנגבאַ־רע סחורה. עס ווערן געבויט פֿאַרשידענע רעכן־מאַשינען צו פֿאַרשידע־נע צוועקן. און מען נוצט זיי אויס סיי אין גרויסע, סיי אין קליינע אונ־טערנעמונגען. אין אונזערע קאַנטן איז די רעכן־מאַשין איינגעפֿירט גע־וואָרן מיט היפּשע יאָרן פֿריער, ווי דער עלטערער טאַקסאָמעטער. אין זייער אַ סך קראָמען און געשעפֿטן שטייען ביי דער קאַסע „קאָנטראָל־קאַ־סעס", וועלכע ווייזן די געצאָלטע סומע און גיבן אַרויס צעטלעך, ווו די דאָזיקע סומע איז אָפּגעדרוקט. יעדער אַזאַ קאָנטראָל־קאַסע איז אייגנטלעך אַ רעכן־מאַשין. די קאַסע פֿאַרשרייבט יעדן פּדיון, און עס

זיינען פאראן אזעלכע קאסעס, וועלכע פארשפארן דעם באלעבאס די באמיונג פון צונויפלייגן דעם גאנצן פדיון פארן טאג. די קאסע אליין כוט עס אויטאמאטיש. זי לייגט צונויף יעדע פארשריבענע נייע סומע מיט אלע פריערדיקע און ווייזט גענוי די אונטערשטע שורה, דעם סך-הכל. די קאנטראל-קאסעס געפונען זיך אין די קלענסטע געשעפטן. די ריכטיקע, די קאמפליצירטע רעכן-מאשינען ווערן געברויכט אין גרויסע אונטערנעמונגען, וו עס איז פאראן א סך רעכן-ארבעט. די מאשין חשבונט גענוי, זי באגייט נישט קיין פעלערן. דערין באשטייט איר מעלה. צוליב דעם וואלט געלוינט צו געברויכן די מאשינען, ווען אפילו דאס וואלט קאסטן טייערער ווי די ארבעט פון אן אנגעשטעלטן. בפרט לוינט עס אין גרויסע אונטערנעמונגען, וו מען שפארט אפילו איין געלט דורך אזא מאשין.— עס זענען פאראן פארשיידנארטיקע מאשינען, פאראן אויך קאמבינאציעס פון א רעכן-מאשין מיט א שרייב-מאשין. מען שרייבט אויף אזא מאשין א חשבון מיט עטלעכע רובריקן, און די מאשין פירט־אוים אויטאמאטיש דעם חיבור און נים אן פאר יעדער רובריק די ריכטיקע אונטערשטע שורה. אין סטאטיסטישע ביוראס און ענלעכע אינסטיטוציעס, ווען כ'דארף באארבעטן הונדערטער טויזנטער און מיליאנען סטאטיסטישע קארטלעך, איז גאר אוממעגלעך אויסצוקומען אן רעכן-מאשינען.

עס איז שווער צו באשרייבן א רעכן-מאשין בלויז מיט ווערטער, אן צייכנונגען, נאר מיר וועלן עס פרווון טאן, זיך פארלאזנדיק דערויף, אז דער לעזער האט געזען די איינפאכע רעכן-מאשין, די קאנטראל-קאסע. אין רעכן-מאשין זעט מען שפאלטן, אין וועלכע עס באוועגן זיך הענטלעך, ביי יעדער שפאלט זענען אנגעשריבן ציפער פון נול ביז 9, און די הענטלעך קאן מען איינשטעלן יעדערע ביי א באליביקער ציפער. לאמיר זאגן, מיר האבן איינגעשטעלט די מאשין אויף 312. מיר האבן אוועקגעשטעלט דאס ערשטע הענטל ביים 2, דאס צווייטע ביים 1, דאס דריטע ביים 3. מיר גיבן א דריי א גרוים זייטיק הענטל ביי דער מאשין, און אין פענסטערל באווייזט זיך 312. ווי אזוי איז דאס פארגעקומען? (עס זענען פאראן פארשיידענע קאנסטרוקציעס פון די רעכן-מאשינען. מיר באשרייבן איינע פון זיי). אין פענסטערל פון מאשין איז פאראן אן ארט פאר אזוי פיל ציפערן, וויפל שפאלטן עס פארמאגט די מאשין, און נאך פאר איין ציפער. יעדער ציפער, וואס זעט זיך אין דער מאשין, איז אויסגעמאלט אויף א צייל-ראד, וועלכער האט 10 ציינדלעך מיט די ציפערן פון 0 ביז 9. אין אנפאנג שטייען די צייל-רעדער אזוי, אז אין פענסטערל זעט מען לויטער 0. צו יעדער צייל-ראד איז פאראן א באזונדער טרייב-ראד, און די דאזיקע טרייב-רעדער ווערן אפגעדעקט ערשט דעמאלט און אויף אזוי פיל, אויף וויפל מען האט אנגעשטעלט די הענטלעך אין די שפאלטן.

אין דעם שפאלט שטייט דאָס הענטל אויף 2, אין טרייב-ראָד זענען רעמאָלט אָפּגעדעקט 2 ציינער, די דאָזיקע צוויי ציינער פאַרכאַפּן צוויי ציינער פון דעם צייל-ראָד, און אין פענסטערל באַווייזט זיך די ציפער „2". אין צווייטן שפאַלט שטייט דאָס הענטל אויף 1, דער צווייטער טרייב-ראָד באַזיצט אין דעם מאָמענט איין אָפּגעדעקטן צאָן, און אין דעם אַנטשפּרעכנדיקן אָרט אין פענסטערל באַווייזט זיך די ציפער „1". דאָסגלייכן ווירקט די שטעלונג פון דעם הענטל אין דריטן שפּאַלט, אַז אין דריטן פענסטערל זאָל זיך באַווייזן א „3". איצט לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז מיר ווילן מיט דער הילף פון דער מאַשין אויספירן א כפל-אָפּעראַציע: 312 אויף 4. מיר גיבן צום צווייטן מאָל א דריי דאָס גרויסע הענטל פון דער מאַשין. די טרייב-רעדער טוען ווידער זייער אַרבעט. אין פענסטערל זעען מיר 624. מיר דרייען א דריטן מאָל, עס באַווייזט זיך 936, א פערטן מאָל — מיר זעען 1248. דערביי איז געקומען אין באַוועגונג נאָר איין מעכאַניזם, וואָס שטעלט מיט זיך פאָר די צווייטע קונץ פון דער מאַשינעריע. בשעת מיר האָבן דריי מאָל געדרייט די מאַשין, האָט נאָך אויף אַלע צייל-רעדער געקלעקט גענוג ציפער, כּדי צו ווייזן דעם רעזולטאַט. דער דריטער צייל-ראָד למשל, האָט זיך פון 0 איבערגערוקט אויף 3, דערנאָך אויף 6 און 9. ביים פערטן מאָל דרייען, האָט זיך דאָסזעלביקע צייל-רעדל איבערגערוקט אויף נאָך דריי ציינער (0, 1, 2), און אין פענסטערל האָט זיך באַוויזן דער „2". אָבער אַנשטאָט 2 דאַרף דאָך זיין 12, — איז טאַקע פאַראַן אין דער מאַשין א ספּעציעלער „צענער-מעכאַניזם". ער ווירקט איטלעך מאָל, ווען א צייל-ראָד גייט אַדורך דורך 0. ער ברענגט דערצו, אַז אין דעם מאָמענט ווערט פאַרטשעפּעט דאָס שכנישע צייל-ראָד און רוקט זיך איבער אויף איין ציפער פאָרויס (אין אונזער פאַל פון „0" אויף „1").

אויף דעם באַשריבענעם אופן אָדער אויף אַן אַנדערן ענלעכן שטייגער רעכענען די מאַשינען גענוי און פּינקטלעך, בעסער ווי דאָס קען טאָן א מענטש. אין טאַקסאָמעטער איז איינגעבויט אַט אַזאַ קליינע רעכן-מאַשין. זי ציילט אייגנטלעך דעם דורכגעפאָרענעם שטח, נאָר אַנשטאָט די מעטערס און קילאָמעטערס זענען אויף די רעדלעך אָנגעגעבן די געלט-סומען, וועלכע אַנטשפּרעכן די צאָל דורכגעפאָרענע קילאָמעטערס. מיליאָנען מענטשן באַנוצן זיך איצט טאָג טעגלעך מיט די טאַקסאָמעטערס און זיי ווייסן נישט, אַז אָט די באַקוועמלעכקייט האָבן זיי צו פאַרדאַנקען גענויאַלע דענקער פון 15-טן און 17-טן יאָרהונדערט.

זאָל דער לעזער נישט נעמען פאַר אומגוט, וואָס אויף די לעצטע זייט-
גער האָבן מיר זיך א ביסל אָפּגעווענדט פון דער אייגנטלעכער טעמע. עס
האָבן אונז פאַרפירט די גלענצנדע נעמען פון לעאָנאַרדאָ-דאַ-ווינטשי און
לייבניץ און עס האָט זיך געוואָלט אויף א לעבעדיקן ביישפּיל אויפדעקן
די אויסטערלישע וועגן, מיט וועלכע עס קומט צושטאַנד א טעכנישער
אויפטו.

צו דער אייגנטלעכער טעמע וועגן אויטאָמאָבילן געהערט די פראַגע
וועגן זייער ראָלע אין מיליטער, ווי אויך דער צוזאַמענהאַנג צווישן אווי-
טאָ-אינדוסטריע און לופט-פליערײַ. נאָר מיליטערישע פראַגן באַהאַנדלען
מיר בכלל נישט אין אונזער בוך, און וועגן אוויאַציע וועט באַלד זיין די
רייד אין א באַזונדער קאַפּיטל. דאָ איז נויטיק צו אונטערשטרייכן, אז
טעכניש און אינדוסטריעל זיינען אויטאָבאָמילן און עראָפּלאַנען אויס-
געבונדן איינע מיט די אַנדערע. די מאָטאָרן פאַר עראָפּלאַנען און לופט-
שיפן ווערן צומייסט געבויט אויף די אויטאָמאָביל-פאַבריקן, און די ווי-
סענשאַפטלעכע פאָרשונג פון די ביידע אַרטן קאָמוניקאַציע געפינט זיך אָפט
אין די הענט פון איין קאָלעגיע. אזוי למשל איז אין ראַטן-פאַרבאַנד פאַראַן
דער „וויסנשאַפטלעכער אויטאָ-מאָטאָרן אינסטיטוט”, וועלכער האָט אַגב
געשאַפן א נייעם מיטל פון קאָמוניקאַציע, א מין צונויפשמעלצונג פון אויטאָ
און עראָפּלאַן. מיר מיינען די אַעראָ-שליטנס, וועלכע באַוועגן זיך אויף
דער ערד, אָבער מיט דער הילף פון א לופט-שרויף, וואָס איז ענלעך צו די
„פּראָפּעלערס” פון די עראָפּלאַנען. אויף א שניי-פעלד קענען די אַעראָ-
שליטנס פאָרן מיט א געשווינדקייט פון 80 קילאָמעטער אין א שעה, און אין
די צפון-לענדער מיט די לאַנגע ווינטערן קען דאָס האָבן א ווירטשאַפטלעכע
באַדייטונג. מיט די אַעראָ-שליטנס וואָלטן געקענט קאָנקורירן סיידן אווי-
טאָ-עראָפּלאַנען, ד. ה. אויטאָמאָבילן, וועלכע לאָזן זיך פאַרוואַנדלען
אין עראָפּלאַנען און פאַרקערט. אין מערב-אייראָפּא פאַרנעמט מען זיך
מיט שאַפן אזא טיפּ פון אויטאָמאָביל, וואָס זאָל זיך קענען באַוועגן אויך
אין דער לופטן. דאָס וועט אָבער דערגרייכט ווערן ערשט אין א ווייטער-
דיקער צוקונפט, ווען דער עראָפּלאַן וועט שוין זיין אַנגענומען ווי ביי
היינט צו טאָג די אויטאָמאָבילן.

XI

לופט-שיפעריי און לופט-פליעריי.

דער אויפקום פון לופטשיפעריי. — די לופט-באלאנען און זייערע דערגרייכונגען. — דאס לופטשיף מיט מאטארן. — מיטן לופטשיף קיין אמעריקע און צום צפון-פאלוס. — די יסודות פון לופטפליעריי. — די באשעפער פון עראפלאנען. — עראפלאנען פאר דעם קריג, אין דער וועלט-מלחמה און נאך דעם קריג. — עראפלאנען אין דער קאמוניקאציע און אין טאג-טעגלעכן לעבן.

1

וויל מען עפעס פארשטיין אין לופט-שיפעריי, דארף מען גוט געדענקען, אז לופט איז א זאך, א געגנשטאנד. א זייער ממשותדיקער געגנשטאנד. ביי געוויסע פאלן ווייסן מיר דאס גאנץ גוט. מיר זיצן אין וואגאן, פון ביידע זייטן זענען אפן די פענסטער, עס ווערט א „צוג" — דאס האט די לופט גענומען זיך טראגן מיט געשווינדקייט פון איין פענסטער צום אנדערן. מיר גייען אויפן גאס, עס בלאזט אויף אונז א שטארקער ווינט אין פנים אריין, עס האט אונז פארכאפט דער אטעם — דאס האבן מיר ווידער דערשפירט די גיך באוועגלעכע לופט. דער ווינט האט זיך פארוואנדלט אין א שטורם, ער רייסט שילדן, ער ברעכט סלופעס, — דא זעען מיר שוין גאר דייטלעך די ווירקונג פון דער לופט. אין די אלע פאלן טראכטן מיר אבער נישט וועגן דער לופט, אונז אינטערעסירט בלויז די באוועגונג, דער צוג, דער ווינט, דער שטורם. דערפאר זענען מיר געוווינט צו באהאנדלען די לופט ווי א גארנישט, און ווען ערגעץ ווו געפינט זיך רואיקע אומבאוועגלעכע לופט, זאגן מיר, אז דארט איז פוסט, דארט איז גארנישט נישטא. דערפון דארפן מיר זיך אפגעוווינען, מען דארף געדענקען, אז לופט איז א זאך, אז לופט שאפט א סביבה, אין וועלכער עס קאנען שווימען און זיך באוועגן אנדערע געגנשטאנדן, וועלכע נוצן אויס דערביי די לופט ווי א שטיצע, ווי אן אנלען.

מיר ווייסן אלע, ווי עס פליען אין דער לופט פויגל. ענלעך צו זיי האט אויך דער מענטש געוואלט פליען אין דער לופטן, און ער האט טאקע פארווירקלעכט דעם דאזיקן חלום. די מענטשלעכע פויגל, די ערעאפלאנען, האבן פארווירקלעכט די לופט-פליערײ. וועגן דעם וועט זיין ביי אונז די רייד שפעטער. איצט ווילן מיר זיך אדורכשמועסן וועגן א באוועגונג אין דער לופטן אויף שיפן, וועלכע זענען לייכטער פאר דער לופט און וועלכע טראגן זיך אין דעם לופט-אקעאן ענלעך צו די שיפן אויפן וואסער.

ווי אזוי קומט פאר די שיפערײ אויפן וואסער? דער מענטש בויט א שיף, וועלכע איז לייכטער פארן וואסער און די דאזיקע שיף ווערט דעריבער נישט דערטרונקען און ווערט געטראגן מיטן שטראם. אט דער-פאר איז שיפערײ אנטשטאנען אין די עלטסטע צייטן. די לופט-שיפערײ האט פון זיך אליין אויף אזא אופן נישט געקאנט אנטשטיין, ווארום אין דער פרייער נאטור ארום אונז זענען נישטא קיין מאטעריאלן לייכטער פאר לופט.

נאך מערער, ביז צו די נייע צייטן האט מען זיך בכלל נישט גע-קענט פארשטעלן, אז אין דער נאטור זאל זיין עפעס לייכטער פאר לופט. מען האט געהאט זייער שוואכע פארשטעלונגען וועגן דעם בא-שטאנד פון דער לופט, מען האט נישט געוווסט, אז עס זענען פאראן פארשיידענע גאזן. דאס ווארט „גאז" אליין שטאמט ערשט פון אנ-הויב 17-טן יארהונדערט, דעם לייכטן וואסער-שטאף האט דער ענגלענ-דער קעווענדיש אנטדעקט ערשט אין יאר 1765, און ערשט ארום דער זעל-ביקער צייט האט די כעמיע בכלל געשאפן גענויערע פארשטעלונגען וועגן גאזן.

אין דער לייכטקייט פון לופט באשטייט איין קאלאסאלער אונ-טערשיד צווישן דעם וואסער-וועג און לופט-וועג. דער צווייטער אונטער-שייד איז אויך זייער וויכטיק. אונזערע שיפן אויפן וואסער באוועגן זיך אויפן אויבערפלאך פון די טייכן און ימים, ווארום מיר לעבן אויף דער אויבערפלאך פון דער ערד פארקערט איז מיט דעם לופט-אקעאן. מיר לעבן אויף דעם דעק זיינעם און ווען מיר ווילן זיך באוועגן אין דער לופט קומט אונז אויס פריער פאר אלץ אויפצוטאן דאס שווערסטע — זיך אפרייסן פון דעם דעק, זיך אויפהויבן ארויפצו. אמת, דער לופט-אקע-אן האט זיינע מעלות. נישטא אין אים קיין אינזלען, נישטא אויף אים קיין באהאלטענע שטיינער, אן וועלכע עס קאן זיך צעברעכן אונזער שיף. דער לופט-וועג איז פראנק און פריי. נאר וואס האט דאס אלץ גע-

בויגט. ווען דער מענטש האט נישט געהאט קיין שום מיטל אויפצו־הויבן זיך אין דער לופטן?

די פראנצויזן, די ברידער מאנגאלפיע, וועלכע האבן געלעבט יאר פאר דער פראנצויזישער רעוואלוציע געמאכט דעם ערשטן געלונגענעם פרוּוו פון לופט־שיפעריי, האבן זיך געשטיצט אויף א גאנץ געוויינלעכער טאג־טעגלעכער דערשיינונג. פון יעדן קוימען אין יעדן הויז הויבט זיך אויף צום הימל א רויך. וואסערע קראפט טרייבט דעם רויך ארויפצו? די ברידער מאנגאלפיע האבן די ערשטע געשטעלט די פראגע. דער רויך הויבט זיך ארויפצו, האבן זיי געזאגט, ווייל די אנגעווארעמטע לופט אין קוימען איז א סך לייכטער פאר געוויינלעכע לופט. טא לאמיר נעמען, האבן זיי ווייטער געזאגט, א גרויסן באלאן, לאמיר אים אנפילן מיט לייכטע לופט, און דעמאלט וועט ער זיך מוזן אויפהויבן און אוועקשווימען אין דער לופטן. איין זאך האט מען נאר געדארפט האבן אויף צו פארווירקלעכן דעם געדאנק: א פאסיקן שטאף פארן באלאן, אזא שטאף, וואס זאל זיין לייכט און זאל פארט נישט ארורכלאזן דורך זיך די אנגעווארימטע לופט.

גראד זענען די ברידער מאנגאלפיע געווען פאפיר־פאבריקאנטן אין דער פראווינץ, און אין זייער פאבריק האבן זיי אויסגעארבעט א ספעציעלן סארט פאפיר, פון וועלכע זיי האבן צונויפגעקלעפט דעם ערשטן לופט־באלאן. ער איז געווען נאך גענוג קליין, נאר די גרויס האט דא נישט געשפילט קיין ראלע. דער עיקר איז געווען זיך צו איבערצייגן, אז מען קאן זיך אויפהויבן מיט דער הילף פון אנגעווארעמטער לופט, און דאס האט אפגעגליקט די ברידער מאנגאלפיע. דעם 5־טן יוני 1783 יאר האט זיך זייער לופט־באלאן אויפגעהויבן און איז שטאלץ אוועקגעשווימען איבער זייער פאבריק־שטאט אנאנע.

דער ערשטער לופט־באלאן האט זיך אויפגעהויבן א ליידיקער אן פאסאזשירן. דאך איז די סענסאציע געווען א געוואלטיקע, און דעם קעניג אליין האט זיך פארגלוסט צו זען דעם בייזן ווונדער. די ברידער מאנגאלפיע האט מען איינגעלאדן קיין פאריז און פאר דער הויפט־שטאט האבן זיי אויסגעבויט א נייעם באלאן, א גרעסערן. ער האט געהאט א לענגלעכן אויסזען, האט געהאלטן ביז 26 מעטער אין דער הויך און די גרעסטע ברייט האט באטראפן 15 מעטער. אונטן איז צום באלאן געווען צוגעבונדן אויף שטריק א מין קארב פון געפלאכטענע ריטער (דערפון האט זיך שפעטער אנטוויקלט די אזוי גערופענע גאנדאלע), און עס האבן זיך געפונען צוויי בעלנים זיך דורכצושפאן אין דער לופטן אויף מאנגאלפיעס באלאן. דעם 21 נאוועמבער דעם זעלבן יאר האט זיך אין פאריז

אויפגעהויבן דער ערשטער באַלאָן מיט פּאַסאַזשירן און האָט גלענצנד אויסגעהאַלטן די פלי-פּראָבע.

דערווייל האָט איינער אַ פראַנצויזישער געלערנטער אין פּאַריז שאַרל דערטראַכט זיך, אַז עס איז פאַראַן נאָך אַ בעסערער מיטל זיך אויפצוהויבן אין דער לופטן, ווי מיט דער הילף פון אָנגעוואַרעמטער לופט. ער האָט פאַרנעלייגט זיך צו באַנוצן מיט וואַסערשטאָף אויף אָנצופילן דעם באַלאָן, און אַזוי ווי וואַסערשטאָף איז 15 מאָל לייכטער פאַר לופט, איז דאָס געווען זייער אַ געלונגענער געדאַנק. אין דעם זעלבן יאָר, ווי די ברידער מאָנגאָלפיע, האָט אויך ער געמאַכט די נויטיקע פּראָבעס און אויך זיינע באַלאָנען האָבן זיך אויפגעהויבן און געפלויגן אין דער לופטן. די טעכניק פון בויען די באַלאָנען איז ביי שאַרל געווען אפילו העכער ווי ביי די ברידער מאָנגאָלפיע, און די שפּעטערדיקע באַלאָנען האָט מען געבויט לויט זיין מוסטער.

אָט אַזוי איז אין יאָר 1783 פאַרענטפערט געוואָרן דאָס ערשטע פּראָבלעם פון לופט-שיפעריי — ווי אַזוי זיך אָפּצורייסן פון דער ערד, ווי אַזוי זיך אויפצוהויבן אין דעם לופט-אָקעאַן.

2

נאָך די פלי-פּראָבעס פון די ברידער מאָנגאָלפיע און פון שאַרל זענען אַלע געווען איינגעגלויבט, אַז דאָס איז דער אָנהויב פון אַ ריכטיקער לופט-שיפעריי. די גרויסע האָפענונגען זענען נישט דערפילט געוואָרן. שיער נישט הונדערט יאָר צייט איז דער לופט-באַלאָן געבליבן אַן אומבאַהאָלפן באַשעפעניש. ער האָט זיך געקאָנט אויפהויבן פון דער ערד, ער האָט געקאָנט פליען אין דער לופטן, אָבער אויסשליסלעך אין יענער ריכטונג, וואוהין עס האָט אים געטראָגן דער ווינט. שטעלט זיך פאָר אַ שיפל אויפן וואַסער אָן אַ רודער, אָן ווייאַסלעס און אָן זעגלען. אָט צו אַזאַ שיפל זענען געווען געגליכן די לופט-באַלאָנען.

די שיפן אויפן וואַסער זענען אימשטאַנד אויסצונוצן די טייערע מעלה, וואָס זיי בעווענן זיך אין צוויי סביבות מיט אַמאָל. דער אונטערשטער טייל פון שיף איז איינגעטונקט אין וואַסער, דער אויבערשטער באַוועגט זיך אין דער לופט. אַ שיף קאָן דעריבער אויסשפּילן אין גינסטיקן פאַל די קראַפט פון ווינט קעגן די פיינטלעכע כוחות פון די שטראָמען און די ים-רייזנדע זענען שוין אין די נאָר אַלטע צייטן געפאַלן אויפן שכל אוועקצושטעלן זעגלען אויף זייערע שיפן. דער לופט-שיף באַוועגט זיך אין איין סביבה, ער איז בלינד אָפּגעגעבן צו דער מאַכט פון ווינט,

אין וועלכער ער איז אריינגעפאלן. אים קענען קיין זעגלען נישט נוצן, עס קענען אפילו יא געמאכט געווארן פראבעס צוצושטוקעווען צו א לופט-באלאן זעגלען און אנצושטעלן זיי אונטער א געוויסן ווינקל צו דער ריבטונג פון ווינט. אזוינע זעגלען האבן געוואלט געבן כאטש א קליינע מעגלעכקייט צו קעמפן מיט דער ריכטונג פון ווינט, נאר דערפון איז גארנישט ארויסגעקומען.

וואס אנבאלאנגט רודערס און ווינטעלעס, האט מען זיי נישט נעקאנט געברויכן אין א לופט-באלאן דערפאר, וואס דעם מענטשנס קראפט איז צו שוואך, אום צו קערעווען אקעגן ווינט. און ווען מען האט געוואלט דערצו אויסנוצן מאשינעס האט זיך ארויסגעוויזן, אז די דעמאלטיקע מאשינעס זיינען געווען צו שווער פאר דער לופט-רייזע. לאמיר נעמען אביישפיל: לאמיר זיך פארשטעלן א לופט-באלאן פון דער גרויס פון איצטיקע באלאנען, וואס ווערן געבויט פאר ספארט-צוועקן. דער באלאן האלט 1200 קוביק מעטער, אנשטאט אנגעווארעמטע לופט איז באקוועמער אים אנצופילן מיט ליכטגאז פון א גאזאווניע, וואס וועגט מיט דריי מאל ווייניקער פאר געוויינלעכע לופט. דער באלאן אנגעפילט מיט ליכטגאז האט א הויב-קראפט פון 850 קג. ד.ה. ער קאן אויפהויבן אין דער לופטן א משא פון ארום 850 קילאגראם. אבער דער באלאן אליין מיט דעם קארב פאר די פאסאזשירן, מיט דער שטריק א. א. וו. וועגט ארום 350 קילאגראם. קאן ער, הייסט עס, אויפהויבן נישט מער ווי 500 קג. נוציקע משא. א דריי, פיר פאסאזשירן מיט א ביסל פראוויאנט פאר זיי דארף וועגן ארום 300 קג. בכן בלייבט נישט קיין ארט פאר א מאשין, ווארום דער באלאן מיט די פאסאזשירן און מיט דער גאנצער איינריכטונג מאר פאר קיין פאל נישט וועגן די גאנצע 850 קילאגראם. אין דעם פאל וואלט ער שוין נישט געקאנט זיך אויפהויבן און שווימען אין דער לופטן.

איר קאנט זאגן, אז דער ביישפיל איז נישט קיין געלונגענער, ווארום צו וואס נעמען 4 --- 3 פאסאזשירן, ווען מען קאן זיך באנוצן מיט איינעם און אנשטאט די איבעריקע אוועקשטעלן א מאשין. דערויף זיינען פאראן צוויי תירוצים. ערשטנס זיינען די קראפט-מאשינען ביז צו דעם סוף פון 19-טן יארהונדערט געווען זייער שווער, דאס געוויכט פון דער שוואבסטער מאשין האט באטראפן אין די הונדערטער קילאגראמען, צווייטנס האט מען א לופט-באלאן קיינמאל נישט געטארט אנלאדן ביז דער העכסמער גרעניץ דערפאר, וואס אין פארלויף פון זיין פליען מוז זיך זיין הויפטקראפט אן אן אויפהער פארמינערן און אט פארוואס: א לופט-באלאן און בפרט אין די פריערדיקע צייטן איז געווען געגליכן צו א לעבער-

דיקן זאך. ווי פיין מען האָט נישט געוועבט דעם שטאָף פאַרן באַלאָן, ווי קענציק מען האָט דעם שטאָף נישט דורכגעזאַפּט און באַדעקט מיט גומי, האָט קיין זאַך נישט געהאָלפן. דער לייכטער גאַז פלעגט זיך אַדורכרייסן דורך די דינסטע לעכעלעך, וואָס קיין אויג זעט זיי נישט. און מיט יעדע קילאָגראַם גאַז, וועלכע פלעגט זיך דורכזאַפּן דורך דער הילע פון באַלאָן פלעגט זיך אַנטשפּרעכנד פאַרמינערן זיין הויפּט-קראַפט. פשוטער געזאָגט, דער לופט-באַלאָן פלעגט זיך ביסלעכווייז אַראָפּלאָזן, און כדי דאָס זאָל נישט שטערן דער רייזע טוט מען אַזוי: די פּאַסאַזשירן נעמען מיט זיך אין גאָנדאָלע דעם אַזוי גערופענעם „באַלאַסט". דאָס זיינען זעק מיט זאַמד, וועלכע ווערן פון צייט צו צייט אויסגעשאָטן און מאַכן לייכטער דעם באַלאָן, אויסגלייכנדיק אַזוי אַרום דעם אָנווער פון גאַז. די נויטיקייט צו שלעפּן מיט זיך אַ היפּשן באַלאַסט איז אויך געווען אַ שטערונג צום איינשטעלן מאַשינעס אין די לופט-באַלאָנען. אויסער דעם האָט די אָקאָרשט באַשריבענע „לעכערדיקייט" פון די באַלאָנען נישט דערלאָזט צו מאַכן לאַנגע רייזעס אין דער לופטן. ווען דער באַלאַסט איז געווען אינגאַנצן אויסגעשאָטן, האָט זיך שוין דער לופט-באַלאָן געמוזט אַראָפּלאָזן, צי די פּאַסאַזשירן האָבן עס געוואָלט אָדער נישט, — ווייטער צו פליען איז געווען אוממעגלעך.

נישט געקוקט אויף אַלע חסרונות האָט דער לופט-באַלאָן, וועלכער האָט נאָך נישט געהאַט קיין מאָטאָר אויפגעטאָן גאַנץ היפּשע זאַכן, און אויך איצטער ווען עס זענען פאַראַן לופט-שיפן מיט מאָטאָרן ווערט ער געברויכט אין פאַרשיידענע פאַרמען און געשטאַלטן. עס ווערן געמאַכט לופט-רייזעס אויף פרייע באַלאָנען און אויף אַזעלכע, וועלכע זענען צוגעבונדן צו לאַנגע שטריק און קענען לויטן ערשטן סיגנאַל אַראָפּגעצויגן ווערן צו דער ערד. אויף די דריי געביטן, וועלכע קומען אין באַטראַכט פאַר לופט-שיפעריי: מלחמה, נאַטור-פאָרשונג, ספּאָרט קען דער לופט-באַלאָן זיך באַרימען מיט שיינע דערגרייכונגען. אין מיליטער ווערן ביז איצט געברויכט באַלאָנען אין פאַרשיידענע פאַלן, ווען עס איז איינפאַכער אָנצוקומען צו אַ באַלאָן ווי צו אַן עראָפּלאַן. אין פריערדיקע צייטן פאַרן אויפקומען פון די עראָפּלאַנען זענען די לופט-באַלאָנען געווען דער איינציקער מיטל צו מאַכן אויספאָרשונגען אין דער לופטן. שוין אין דער צייט פון דער גרויסער פראַנצויזישער רעוואָלוציע האָבן פאַרשיידענע מיליטערישע אָפּטיילונגען געהאַט ביי זיך לופט-באַלאָנען. אין אַ ברייטערן פאַרנעם האָבן די פראַנצויזן אויסגענוצט לופט-באַלאָנען אין יאָר 1870 בשעת די דייטשן האָבן באַלאַגערט פּאַריז. עס איז באַרימט די געשיכטע

מיטן מיניסטער גאמבעטא, וועלכער איז דעם 7-טן אָקטאָבער 1870 ארויסגעפלויגן פון פּאַריז און האָט אין דער פּראָווינץ אָרגאַניזירט די פאַרטיידיקונג פון לאַנד.

די ספּאָרט-לייט האָבן אויף לופט-באַלאָנען דורכגעפלויגן טויזנטער קילאָמעטערס און האָבן דערגרייכט צו זייער גרויסע הייכן. נאָך פאַר דער וועלט-קריג זיינען פאַרצייכנט געוואָרן פאָלגנדיקע רעקאָרדן, אַלע דורך דייטשן: א לופט-באַלאָן האָט 87 שעה אָן אַ אויפהער געפלויגן פון דייטשלאַנד קיין פערם; א צווייטער איז דורכגעפלויגן אָן אַ אָפּשטעל 3052 קילאָמעטער פון דייטשלאַנד קיין סיביר; א דריטער האָט זיך אויפגעהויבן אויף א הויך פון 10800 מעטער.

אָט די לעצטע לופט-רייזע איז געווען אויסגעפירט דורך 2 דייטשע מעטעאָראָלאָגן און שטייט אויף דער גרעניץ צווישן ספּאָרט און וויסנשאַפטלעכער פאָרשונג. אום צו דערגיין אויף גענוי, וואָס טוט זיך אויף די אויבערשטע שיכטן פון דער אַטמאָספער איז דער לופט-באַלאָן זייער ברייט אויסגענוצט געוואָרן נאָך אין 19-טן יאָרהונדערט. אים האָט מען צו פאַרדאַנקען גענויע דאַטן וועגן דעם צושטאַנד פון לופט-אָקעאַן אויף אַזוינע הויכן וווּ דער מענטש איז נישט אימשטאַנד צו אָטעמען און וואַרעדט צו מאַכן באַאָבאַכטונגען. אהין ווערן ארויפגעלאָזן פרייע באַלאָנען מיט אַפּאַראַטן, וועלכע פאַרשרייבן אויטאָמאַטיש די הויך, די טעמפּעראַטור, דעם דרוק פון לופט א. אז. וו. פריער אָדער שפּעטער פּלאַצט דער באַלאָן (אָדער דער גאַז ווערט פון אים ארויסגעלאָזן דורך א בעזונדערן מעכאַניזם). דער באַלאָן פאַלט אַראָפּ און ברענגט מיט זיך די פאַרצייכענונגען פון זיינע אַפּאַראַטן. איינער אַזאַ פאָרשונג-באַלאָן האָט זיך אויפגעהויבן אויף 18,450 מעטער, ווו ער האָט פאַרצייכנט א טעמפּעראַטור פון 67° קעלט.

די לופט-באַלאָנען האָבן געגעבן א מאַסע פּראַקטישע דערפאַרונגען וועגן רייזעס אין דער לופטן און זיך שטיצנדיק אויף די דאָזיקע דערפאַרונגען האָט מען מיט דערפאָלג געקענט בויען לופט-שיפן מיט מאָטאָרן, וועלכע זאָלן זיך לאָזן קערעווען און זאָלן קענען בייקומען דעם ווינט. אגב האָט די טעכניק צו דעם מאָמענט געהאַט געשאַפן דעם לייכטן גאַז-מאָטאָר, וועלכער אַרבעט אויף בענזין. דעם דאָזיקן מאָטאָר האָבן מיר אויספירלעך באַהאַנדלט אין די פריערדיקע קאַפּיטלען (וועגן מאָטאָרן און אויטאָמאָבילן) און איצט וועלן מיר זיך קענען באַגנוגענען מיט קורצע צונאָב-באַמערקונגען.

ווי אלץ אין דער וועלט האט די געשיכטע פון די לופט-שיפן מיט מאטארן איר פארגעשיכטע. אין יאר 1852 האט דער פראנצויז אנרי זשיפאר אויסגעבוים א לופט-שיף און איינגעשטעלט אויף אים א לייכטע דאמף-מאשין, וועלכע ער האט אליין צוגעפאסט צו די צוועקן פון לופט-שיפעריי. ביי דריי פערד-קראפט האט דאס געוויכט פון דער מאשין באטראפן 159 קג. פאר א דאמף-מאשין איז דאס דעמאלט געווען א קליינער געוויכט, נאר אויף צו פליען אין דער לופטן האט דאס אויף קיין פאל נישט געטויגט. ביי היינט צו טאג קען א דורכשניטלעכער מאטאר פון אזא געוויכט געבן 150 פערד-קראפט און נאך מערער. בכן האט זשיפאר קיין סך נישט אויפגעטאן. דעסגלייכן האבן נישט דערגרייכט דעם געוואונשענעם ציל נישט רענאר און נישט די ברידער טיסאנדיע, וועלכע האבן אין יאר 1883 אויסגעבויט לופט-שיפן מיט עלעקטרישע מאטארן. די ריכטיקע לייזונג האט געקענט ברענגען נאר דער גאז-מאטאר. אין יאר 1897 האט דער דייטש וועלפערט דער ערשטער געמאכט א רייזע מיט א לופט-שיף, אויף וועלכן ס'איז געווען אוועקגעשטעלט א בענזין-מאטאר פון דער פירמע דאימלער. די דאזיקע רייזע האט זיך פארענדיקט מיט א קאטאסטראפע, און דאס האט אויף עטלעכע יאר אפגעשטעלט די אנט-וויקלונג אין דייטשלאנד. א צווייטער דייטשער דערפינדער, דער שפע-טער אזוי בארימטער גראף צעפעלין האט נאך אין יאר 1895 גענומען ארבעטן איבער זיינע לופט-שיפן, נאר אין דער עפנטלעכקייט איז ער ארויסגעטראטן ערשט מיט 5 יאר שפעטער, דערווייל האט אין 1898 יאר געמאכט אין פאריז א רייזע מיט א קליינעם לופט-שיף דער בראַ-זיליאנער סאנטאס דיומאן. דער דאזיקער אמאטאר פון דעם פלי-ספארט מיט זיינע ריזיקאלישע און קונציקע פלי-פראבעס פון איין זייט און פון דער אנדערער גראף צעפעלין מיט זיין גרינטלעכער און סיסטעמאטי-שער ארבעט האבן ענדגילטיק אלעמען איבערצייגט, אז דער לייכטער בענזין-מאטאר גיט דעם מענטשן א מעגלעכקייט צו קירעווען מיט לופט-שיפן און צו שיפן זיך אין דער לופט.

פאר די טעכניקער זיינען איצט אנטשטאנען צוויי נייע פראבלעמען, ערשטנס האט דער לייכטער מאטאר געזאלט ווערן נאך לייכטער, צווייטנס האט מען געמוזט דערגיין די ריכטיקע פארמען פון דעם לופט-שיף. עס איז וויניק געווען ארייצושטעלן אין גאנדאלע פון לופט-שיף א מאטאר, מען האט געמוזט איבערבויען דעם גאנצן באלאן. שוין די ערשטע לופט-שיפן מיט מאטארן האבן זיך אונטערשיידעט פון די קיי-

לעכדיקע פרייע לופט-באלאנען. אזוי, למשל, איז דאס פראנצויזישע לופט-שיף פון דעם דערמאנטן רענאר „לא פאטרי" (פאטערלאנד) געווען א סך לענגער ווי ברייטער. ביי א פארנעם פון 1860 קוביק מעטער האט דאס שיף געהאלטן 50 מעטער אין דער לענג ביי א דורכשניטלעכן דורכמעסטער פון 8 מעטער. אזוי ווי דאס שיף איז געבליבן געמאכט פון א ווייכן שטאף איז פאר די קאנסטרוקטארן אנטשטאנען א זייער שווערע אויפגאבע, — באווארענען די אויסערלעכע פארמען פון שיף בשעת דער רייזע, יעטוועדער גרעסערע פארענדערונג אין דער פארם פון לופט-שיף פלעגט פארמינערן זיין פעיקייט צו טראגן די גאנדאלע און האט געשאפן א געפאר פאר די פאסאזשירן. דערפאר האט מען עס געמוזט אויסמיידן, און ארום דעם האט זיך אנטוויקלט א לאנגיאריקער קאמף פון פארשיידענע סיסטעמען.

אויך די לופט-באלאנען און מאטארן זיינען פאראינטערעסירט אין דערהאלטן זייער פארם און אויך זיי האבן געהאט גרויסע שוועריקייטן ביים דערגרייכן אט דעם צוועק. לאמיר זיך פארשטעלן, אז א באלאן איז געהעריק אנגעפילט מיט לייכטן גאז, ער האט נישט קיין קנייטשן אין זיין הילע, און ער הויבט זיך אויף. דאס איז אלץ גוט, ווי לאנג די טעמפעראטור ארום באלאן בלייבט די זעלביקע. פריער אדער שפעטער מוז ארום באלאן ווערן קעלטער, וואָרום וואס העכער מען הויבט זיך אויף איז די לופט אלץ קעלטער. אין דורכשניט קען מען זאגן, אז אויף יעדערע 180 מעטער פאלט די טעמפעראטור אויף 1 גראד. ד. ה. וואס העכער ווערט דער גאז אין באלאן אפגעקילט, ער פארנעמט א קלענערן ארט ווי אין אנפאנג נסיעה און די הילע פאלדעוועט זיך. אויב מען זאל נישט אננעמען קיין געהעריקע מיטלען, קאן דער באלאן אויף אזוי פיל פארלירן זיין געשטאלט, אז דאס זאל ווערן געפערלעך פאר די פאסאזשירן. איין מיטל קעגן דעם האט מען שוין לאנג געוווסט. די הילע פון באלאן פלעגט מען די גאנצע אדער בלויז אין דער אונטערשטער העלפט מאכן א דאפלטע, און אזוי אויספארטיקן זי, ואז די צוויי פאכן פון דער הילע זאלן בילדן א מין זאק. דער דאזיקער זאק איז געווען פארבונדן מיט א לופט-פאמפע, וואס איז געשטאנען אין דער גאנדאלע, און אויף ווי ווייט דער פארנעם פון גאז אין דעם באלאן פלעגט זיך איינשרומפן, האט מען געקאנט אריינבלאזן לופט צווישן די דאפלטע ווענטלעך פון דער הילע און אזוי ארום דערהאלטן די געשטאלטן פון באלאן. אזא קאמבינאציע האט געהייסן באלאנעט. אין די לופט-שיפן מיט מאטארן האט מען געלייגט די גרעסטע אויפמערקזאמקייט אויף די איינארדנונג פון די באלאנעטן. דעם לופט-זאק פון באלאנעט האט מען איינגעטיילט אין טיילן,

אַזוי איז דאָס שיף האָט באַקומען עטלעכע באַלאָנען, וועלכע מען האָט געקאָנט אָנפילן מיט לופט איינעם מער, איינעם ווייניקער, וועדליק דעם ווי עס האָט זיך געפאָדערט. דאָס אַלץ האָט געזאָלט באַוואָרענען די שטייפקייט פון לופט-שיף, וועלכע איז געווען געבויט פון אַ ווייכן שטאָף. נאָר עס זיינען געשען אַ ריי אומגליקן מיט די לופט-שיפן, דערפון וואָס דער ווייכער באַלאָן פון שיף האָט זיך ביי אַ שטאַרקן ווינט אויסגעבויגן און אויסגעקרימט אונטער דער שווערער לאַסט פון דער גאָנדאָלע מיט די מאַשינען. דעמאָלט איז אַנטשטאַנען דער געדאַנק צו פאַרפעסטיקן די לופט-שיף דורכן באַנוצן שטייפע מאַטעריאַלן.

אין פראַנקרייך, וואָס האָט די ערשטע יאָרן פון איצטיקן יאָרהונדערט געשפילט די הויפט-ראָלע אין לופט-שיפעריי, האָבן זיך די ספעציאַליסטן געשראָקן פאַרן שטייפן מאַטעריאַל. זיי האָבן צוגעגעבן מעכאַלענע אָדער הילצערנע טיילן אַרום דער ווייכער הילע פון באַלאָן, אָבער דער הויפט-באַשטאַנד-טייל פון דעם שיף איז געבליבן דער גרויסער ווייכער באַלאָן אָנגעפילט מיט גאַז. אויך אין דייטשלאַנד, ווו די מיליטער-לייט האָבן גיך אָנגעיאָגט די פראַנצויזן אין דעם ענין לופט-שיפן, זיינען געווען אַ סך אָנהענגער פון די אַזוי גערופענע ווייכע און האַלב שטייפע לופט-שיפן. דער דייטשער אָפיציר פאַרסעוואַל האָט געהאַט אַ באַזונדער גליק מיט זיינע מאָדעלן פון ווייכע לופט-שיפן אָן מעטאַלענע פאַרפעסטיקונגען אַרום דעם באַלאָן.

אין דער זעלביקער צייט, ווען די ווייכע און האַלב-שטייפע לופט-שיפן האָבן אָפגעהאַלטן איין נצחון נאָך דעם אַנדערן, האָט זיך אין דייטשלאַנד געפונען אַ מענטש, וועלכער האָט מיט אַן אומגעוויינלעכער ענערגיע און עקשנות פאַרטיידיקט אַ פאַרקערטן געדאַנק: אַז לופט-שיפן דאַרף מען בויען שטייפע, און כדי זיי זאָלן קאָנען אויפהויבן אין דער לופטן אַ חוץ די מאַשינען מיט די פאַסאַזשירן אויך זייער אייגענעם געוויכט, דאַרפן זיי זיין גרויס און מעכטיק. דאָס איז געווען דער פריערדערמאָנטער איניציאַטאָר פון דער מאָדערנער לופט-שיפעריי, גראַף צעפעלין. זיין ערשטער לופט-שיף פון 1900 יאָר איז טאַקע געווען אַ ריז. ער האָט געהאַט 128 מעטער אין דער לענג ביי אַ דורכמעסטער פון קנאַפע 12 מעטער. די דאָזיקע גיגאַנטישע „ציגאַר״ האָט געהאַט אינעווייניק אַ סקעלעט פון אַלומיניום-רינגען און לאַנגע אַלומיניום-פאַסן. אינעווייניק זיינען געווען אַריינגעטאָן 16 באַלאָנען מיט לייכטן גאַז. פון דרויסן איז דאָס אַלץ געווען באַדעקט אַרום און אַרום מיט אַ לייכטן שטאָף. צו דער דאָזיקער קאָנסטרוקציע זיינען אויף לייכטע מעטאַלענע שטאַנגען געווען פעסט צוגעבויט צוויי גאָנדאָלעס מיט די מאַשינען.

די פּאַכלייט האָבן נישט געהאַלטן פון דעם דאָזיקן „שטייפן״
לופט-שיף, און האָבן געזאָגט נביאות, אַז דאָס אומגעלומפּערטע פאַר-
זעניש וועט קיינמאָל נישט פליען. די ערפאַרונג האָט געגעבן גערעכט
צעפּעלינען: נאָך 25 יאָר דערפאַרונג, נאָך דעם ווי די צעפּעלין-וואַר-
שטאַטן האָבן אויסגעבויט 126 לופט-שיפן איז נישט געבליבן קיין ספק,
אַז פון אַלע לופט-שיפן זיינען די שטייפע די בעסטע און די פּראַקטיש-
סטע. די לופט-שיפן קומען איצט אין באַטראַכט פאַר גרויסע רייזעס מיט
אַ באַדייטנדיקער צאָל פּאַסאַזשירן. זיי זענען געגליכן צו די גרויסע שיפן,
וועלכע שניידן געשווינד די וואַסערן פון די אָקעאַנען און אין זייער מאַס-
שטאַב ווערן זיי איצט געבויט. די ווייכע און האַלב-שטייפע לופט-שיפן
וואָלטן פריער געקענט קאָנקורירן מיט די דאָזיקע ריזן, ווייל זיי זענען
אַפּילו ביליקער און לאָזן זיך לייכטער טראַנספּאָרטירן. אָבער צו גיכע
רייזעס אויף קורצע שטרעקעס, אָדער צו לאַנגע רייזעס מיט אַ מינימאַלער
לאַסט דאַרף מען די קליינע לופט-שיפן איצט נישט האָבן, — דערויף
זענען דאָ איצט די פלינקע און רירעוודיקע אַעראָפּלאַנען. די אַעראָפּ-
לאַנען זענען געוואָרן ביי זיך אַזוי גרויס, אַז זיי וועלן אין אַלגעמיינעם
מאַכן פאַר איבעריק די לופט-שיפעריי. נאָכן בייקומען זייערע פריערדי-
קע קאָנקורענטן, די אַנדערע טיפּן לופט-שיפן, שטייט איצט דאָס שטיי-
פע ריזן-לופט-שיף אין קאַמף מיט אַעראָפּלאַנען. לופט-שיפעריי אָדער
לופט-פליערײ — דאָס איז די שטרייט-פראַגע. די לופט-שיפן באַרופן
זיך דער הויפּט אויף דורכגעמאַכטע גראַנדיעזע און ריזיקאַלישע רייזעס,
און מיר וואָלטן באַגאַנגען אַן עולה אַקעגן זיי אויב מיר וואָלטן נישט
באַשריבן כאָטש עטלעכע אַזעלכע נסיעות.

4

זונטיק אין דער פרי האָט זיך די לופט-שיף אויפגעהויבן אין
פרידריכסהאַפן (אַ קליין שטעטל אין דייטשלאַנד ניט ווייט פון דער
שווייצאַרישער גרענעץ) און איז אַוועקגעפלויגן קיין אַמעריקע. דער קאָמאַנ-
דיר און די אָפיצירן, און די מאַטראָסן, דאָס הייסט די מאַשיניסטן און
די מאָנטיאָרן, ווי אויך די פּאַסאַזשירן — איינגעלאַדענע געסט און ציי-
טונגס-קאָרעספּאָנדענטן — האָבן זיך איינגעאָרדנט אויף אַ רייזע פון
4—5 טעג. ווען עסן האָט געזאָרגט די פאַרוואַלטונג פון שיף. יעדער
פּאַסאַזשיר האָט גלייך ביים זעצן זיך אויפן שיף באַקומען אויף פיר טעג
פאַראויס אַ צעטל פון די מאכלים און פּאַטראָוועס, וואָס מען וועט אים
דערלאַנגען צו די באַשטימטע שעהן פון טאָג און נאַכט. דאָס שיף איז

בשלום אָנגעקומען צום ציל, נאָך פריער ווי מען האָט גערעכנט. די שטרע־קע איבער דער שווייץ און פראַנקרייך ביז צום אָקעאַן — העכער 900 קילאָמעטער איז דאָס שיף דורכגעפלויגן אין אכט שעה. מאָנטאָג נאָך מיטאָג האָט מען אין איראָפּע שוין געהאַט ראַדיאָ־דעפּעשן, אַז דאָס שיף איז אַריבערגעפלויגן איבער די אַזאָרן, דאָס הייסט דורכגעמאַכט דריטל וועג איבערן אָקעאַן. דינסטאָג איז דאָס לופט־שיף פאַרטיק געוואָרן מיטן שווערסטן שטיקל וועג, איבערן רעכטן מיטן אָקעאַן, ווו עס האָבן אים געדראָט סכנות פון בייזע ווינטן און שטורעמס. 61 שעה האָט געדויערט ביים שיף דאָס פליען איבערן אָקעאַן און אין 80 שעה נאָכן אַרויספליען פון פרידריכסהאַפן האָט זיך דאָס שיף אַראָפּגעלאָזן אין דעם לופט־פּאָרט לייקהערסט צוויי שעה רייזע מיטן באַן פון ניו־יאָרק. פאַרן אַראָפּלאָזן זיך האָט דאָס שיף נאָך באַוויזן צו מאַכן א פאַראדע־פלי איבער ניו־יאָרק, פילאַדעלפיע, וואַשינגטאָן.

אין פאַרלויף פון די גאַנצע 80 שעה, ווען דאָס שיף האָט זיך מיט גוואַלטיקער געשווינדקייט געטראָגן פון איראָפּע קיין אַמעריקע, איז נישט געווען קיין איין שעה, אַז מען זאָל נישט האָבן קיין ידיעות וועגן זיין מאַרשרוט. די ראַדיאָ־אַפּאַראַטן פון דער לופט־שיף זענען געשטאַנען אין קאָמוניקאַציע צוערשט מיט די איראָפּעישע און דערנאָך מיט די אַמעריקאַנישע ראַדיאָ־סטאַציעס, ווי אויך מיט די ראַדיאָ־סטאַציעס אויף די שיפן אין אָפענעם אָקעאַן. די לופט־שיף האָט געגעבן צו וויסן וועגן זיך און נאָך וויכטיקער איז געווען, וואָס עס פלעגט באַקומען פון אַלע עקן וועלט מעטעאָראָלאָגישע אינפאָרמאַציעס וועגן די אָנקומענדע ווינטן און שטורעמס. די לופט־שיף האָט געהאַט א ענדלעך, אָבער נישט קיין פאָרויס באַשטימטן מאַרשרוט. דעם מאַרשרוט האָט דער קאַ־פּיטאַן געמוזט באַשטימען אויפן לופט־שיף גופא זיך רעכענענדיק מיט דעם צושטאַנד פון דעם לופט־אָקעאַן, זיין גאַנצע קונציקייט האָט גע־זאָלט באַשטיין דערין, וואָס ער וועט אויסמיידן די שלעכטע ווינטן און וועט וואָס פריער אַריינפאַלן אין פאַס פון די גינסטיקע ווינטן, וואָס וועלן צוהעלפן דער אַרבעט פון די מאָטאָרן. אַזוי איז דאָס געווען. מיט א געשווינדקייט פון 120 קילאָמעטער א שעה איז די לופט־שיף דורכ־געפלויגן איבער איראָפּע און דעם ערשטן שטיק אָקעאַן, דערנאָך האָבן די ווינטן פאַרלאַנגזאַמט זיין לויפן, דערפאַר אָבער ביים סוף וועג, נאָ־ענטער צום אַמעריקאַנער ברעג, האָט ער זיך געטראָגן מיט א גיכקייט פון 200 קילאָמעטער א שעה.

די אָקערשט באַשריבענע רייזע וואָלט מיט א יאָר 20-25 צוריק געקלונגען ווי א פאַנטאַסטישע אויסטראַכטעניש. איצט איז דאָס סאַמע

וואָרע ווירקלעכקייט. מיר האָבן דאָ געגעבן נישט מער ווי א קורצן אָנ
פּרוסקענעם באריכט וועגן דער רייזע פון דעם דייטשן צעפּעלין-שיף Z.R.III
וועלכע איז פאָרגעקומען דעם 12-15 אָקטאָבער 1924 אונטער דער אָנ-
פירונג פון דעם לופט-שיף-קאַפּיטאַן ד״ר. עקענער.
די שיף-Z. R. III (איצט געהערט עס צו אמעריקע און טראָגט דעם
נאָמען „לאָס-אַנדזשעלאָס״) איז א ריז 200 מעטער די לענג, ביז 31 מע-
טער די הויך און ביז 28 מעטער די ברייט. די באַלאָנען פון דעם שיף
האַלטן זיבעציק טויזנט קוביק מעטער גאַז. פון פאָרנט איז צום שפּיץ
צוגעבויט א גראַנדיעזע גאָנדאָלע מיט צימערן פאַרן קאַפּיטאַן און פאַר
די פּאַסאַזשירן, מיט א קיך און מיט אַלע באַקוועמלעכקייטן, לענגס דעם
גאַנצן שיף גייט א קאָרידאָר, וווּ עס געפינען זיך אַלע מאַטעריאַלן און
צימערלעך פאַר די אָפיצירן און מאַטראָזן. די שיף ווערט געטריבן דורך
5 מאָטאָרן צו 400 פערד-קראַפט יעדערער. יעדער מאָטאָר טרייבט א
באַזונדער לופט-שרויף (פּראָפּעלער) און איז איינגעבויט אין א באַזונ-
דער גאָנדאָלע. די 5 מאָטאָר-גאָנדאָלעס זענען באַפעסטיקט צו 2 ביי די
זייטן פון שיף און איינע פון הינטן. די שיף קען אויפהייבן אין דער
לופטן 81 טאָן אָדער אַראָפּרעכענענדיק זיין אייגענעם געוויכט 46 טאָן,
און ערך א העלפט דערפון שליסן אַיין די גרויסע זאַפּאַסן בענזין און
שמיר-אייל פאַר א לאַנגע רייזע, און עס בלייבט א מעגלעכקייט מיטצו-
נעמען ביז 30 פּאַסאַזשירן מיט א היפּש ביסל לאַדונג. פאַר 30 פּאַסאַ-
זשירן איז פאַראַן באַקוועמע פּלעצער צו זיצן, כדי די פּאַסאַזשירן זאָלן
קענען שלאָפן דאַרף זייער צאָל ווערן פאַרמינערט ביז 20. דאָס גראַנד-
יעזע שיף שטעלט מיט זיך פאָר דאָס לעצטע קייט פון א לאַנגער אַנט-
וויקלונג. דאָס איז דאָס 126-טע שיף וואָס איז אַרויס פון די צעפּעלין-
ווערשטאַטן, און אין אים זענען פאַרקערפּערט דערפאַרונגען פון 25 יאָר
אַרבעט. צעפּעלינס ערשטער שיף איז געווען לאַנג און שמאָל, די ווייַ-
טערדיקע שיפן זענען אַלץ מערער געוואַקסן אין דער לענג ביז וואַנען
מען האָט זיך נישט אַרומגעזען, אַז וויכטיקער איז נישט צו פאַרגרעסערן
די לענג נאָר צוצופּאַסן די פאָרם פון שיף צו די לופט-שטראָמען. מען
האָט געפאָרשט ווי אַזוי די לופט שטראָמט אַרום א שיף בשעת דער באַ-
וועגונג און מען האָט אַרויסגעפונען סיי פאַרן לופט-שיף סיי פאַר די
גאָנדאָלעס אַזעלכע פאָרמען, וועלכע פאַרקלענערן דעם ווידערשטאַנד און
פאַרגיכערן די באַוועגונג. פון דער פּראַקטיק האָט מען זיך אויסגעלערנט
ווי אַזוי פאַנאַנדערצושטעלן די מאָטאָרן און די פּראָפּעלערס. די מעטאַל-
טעכניק האָט דערווייל געליפערט דעם לייכטן און פעסטן דוראַליומין און
אַזוי איז געוואָרן מעגלעך צו בויען די ריזנשיפן.

אין אמעריקע זענען פאראן עטלעכע אזוינע ריזיקע לופט-שיפן. אמעריקע האט זיך געקענט פארגינען אפילו אזא זאך ווי אנצופילן א לופט-שיף מיט העליום אנשטאט וואסערשטאף, און צו בויען הויכע טורעמס אויף צו באפעסטיקן צו זיי די לופט-שיפן. דארט פלאנעוועט מען צו שאפן נאך ריזיקערע לופט-שיפן ביז צוויי הונדערט פופציק טויזנט קוביק מעטער גאז, וועלכע זאלן אויפהויבן ביז 200 טאן נוציקע לאסט.

אין אייראפע זענען די לופט-שיפן אויסגעוואקסן אין דער צייט פון וועלט קריג, ווען די פראגע פון דער הוצאה האט אזוי גוט ווי נישט געשפילט קיין ראלע. נאך דעם קריג זענען אזוינע שיפן געווען צו טייער פאר אייראפע, און מען האט זיי אויפגעהערט צו בויען. ערשט אין דער סאמע לעצטער צייט האט מען אין אייראפע ווידער אנגעהויבן צו בויען ריזיקע לופט-שיפן פאר די גרויסע פראיעקטירטע לופט-ליניעס, וואס וועלן פארבינדן אייראפע מיט דרום-אמעריקע, מיט אויסטראליע און מיטן וויטן אזיאטישן מזרח. איבעריקנס האט די לעצטע דערפארונג געוויזן, אז אויך מיט קלענערע לופט-שיפן קען מען אויפטאן גרויסע זאכן. מיר מיינען אמונדסענס נסיעה צום צפון-פאליוס פון יאר 1926.

אין יאר 1925 האט זיך אמונדסען מיט א עקספעדיציע געלאזט צום צפון-פאליוס אויף צוויי אעראפלאנען. ער האט געוויזן גרויסע גבורות, נאר דעם פאליוס האט ער נישט דערגרייכט. דאס האט אים געשטארקט אין דער איבערצייגונג, אז צו די צוועקן פון פאלארער פארשונג איז צוגעפאסט נישט דער אעראפלאן נאר א לופט-שיף פון דעם צעפעלין-טיפ. צו אן ענלעכן באשלוס איז נאך פריער געקומען א קאמיסיע פון דייטשע געלערנטע, וועלכע האבן אויסגעפארשט די אנגעלעגנהייט אלזייטיק און האבן אויסגעארבעט אן אויספירלעכן פראיעקט פון א לופט-עקספעדיציע צום פאליוס. די דאזיקע קאמיסיע האט זיך געהאט פארמאסטן גאר ברייט. זי האט פארענדיקט אירע פארשונגען גראד דעמאלט ווען דער Z.R.III. איז איבערגעפלויגן פון אייראפע קיין אמעריקע.

די קאמיסיע האט בעשלאסן, אז פאר די צוועקן פון דער פאלאר-אויספארשונג זאל מען אויסבויען א נאך גרעסערן לופט-שיף מיט א דאפלטן סכום גאז, ווי דער דייטש-אמעריקאנישער צעפעלין. דאס שיף האט געזאלט זיין אויסערגעווינלעך גרויס, כדי מיטצונעמען עטלעכע צענדליק מאן מיט דעם נויטיקן באגאזש און דער עיקר — מיט א גרויסער לאדונג בענזין. אט דאס פראיעקטירטע ריזיקע שיף איז נישט אויסגעבויט געווארן דערווייל, מחמת עס האבן זיך נישט געפונען די נויטיקע געלט-מיטלען. דאס הייסט נישט, אז דער פראיעקט איז איבערהויפט געווארן צו נישט. אדרבא, עס האבן זיך מיט אים פאראינטערעסירט געלערנטע

פון אלע לענדער, אין סוף יאָר 1926 איז אין בערלין אָפּגעהאַלטן געוואָרן דער ערשטער אינטערנאַציאָנאַלער קאָנגרעס אויף צו שטודירן די פּאָלאַרע געגנטן. דער קאָנגרעס האָט באַשטעטיקט דעם פּראָיעקט פון א גרויסער עקספּעדיציע צום צפון-פּאָלוס אויף א צעפּעלין-שיף. עס איז אויך מיטגעטיילט געוואָרן אויפן קאָנגרעס, אז עס זענען פאראן אויסזיכטן צו באַקומען אין רשות פון עקספּעדיציע איינעם פון די ריזיקע צעפּעלינען, וואָס ווערט איצט געבויט פאר די פריער דערמאָנטע לופט-ליניעס.

אמונדסען האָט נישט געוואָלט וואַרטן אויף דער פאַרווירקלעכונג פון אָט די גרויסע פּלענער. ער האָט באַשלאָסן צו פּרוּוון גליק מיט א קלענערן לופט-שיף, און עס האָט זיך אים איינגעגעבן צו באַקומען אין זיין רשות אזא לופט-שיף פון איטאַליע. דאָס לופט-שיף („נאָרגע") האָלט איינגאַנצן 18,500 קוביק מעטער גאַז. דאָס שיף מיט די מאַשינעס וועגט אַרום 14 טאָן און האָט ביי נאָרמאַלע באַדינגונגען געקענט פליען מיט א לאַדונג העכסטנס פון 9 טאָן. דאָס איז געווען צו ווייניק. מען האָט באַרעכנט, אז אינם דורכצופליען דעם מרחק פון שפּיצבערגען ביז אַליאַסקע פאָדערט זיך ביז 7 טאָן בענזין. די 16 פּערזאָן מיטגלידער פון דער עקספּעדיציע און מאַשיניסטן מיט דעם נויטיקן באַגאַזש און מיט אלע געהעריקע מכשירים האָבן אויסגעמאַכט קנאַפּע 4 טאָן לאַדונג. אזוי אַרום האָט זיך אויסגעדרוקט, אז די זאַך וועט נישט קומען צושטאַנד. דאָך האָט מען געפונען אן אויסוועג. די איטאַליענישע קאָנסטרוקטאָרן פון שיף בראָש מיט דעם פּאָלקאָווניק נאָבילע האָבן מאָנאַטן לאַנג זיך אָפּגעגעבן מיט איבערבויען דאָס לופט-שיף און האָבן אים טאַקע געמאַכט לייכטער און איינגעשפּאָרט ביז 2 טאָן אין זיין אייגענעם געוויכט. אין דער זעלבער צייט האָבן זיי געמאַכט פּראָבעס, צי וועט דאָס שיף אויסהאַלטן די גרויסע פּאָליאַרע פרעסט. אין א לאַבאָראַטאָריע האָט מען ביי א קינסטלעכע קעלט אויסגעפּרובירט די בוי-מאַטעריאַלן פון דעם שיף, און זיי האָבן אויסגעהאַלטן אלע פּראָבן. מען האָט אויך געפונען א מיטל, אז עס זאָל נישט פאַרפרוירן ווערן דאָס וואַסער, וואָס מען נעמט מיט זיך אויף צו קילן די מאָטאָרן: דאָס מיטל באַשטייט אין צומישן גליצערין צו דעם וואַסער. ענדלעך איז דאָס לופט-שיף באַזאָרגט געוואָרן מיט אלערהאַנט קאָמפּאַסן און אפּאַראַטן אויף צו ווייזן דעם וועג און מיט אַנקערס און ענלעכע מכשירים, אום צו באַפעסטיקן דאָס שיף בשעתן אַראָפּלאָזן זיך. איין געפאַר איז געבליבן אָקעגן וועלכער עס האָט זיך נישט געלאָזט געפינען קיין מיטל: די געפאַר, אז דאָס לופט-שיף וועט באַדעקט ווערן מיט נאַסע שניי און אז דער שניי וועט זיך פאַרוואַנדלען אין א אייז-שיכט, אזא שיכט,

ווי דין זי זאָל נישט זיין, וואָלט געקענט אזוי באַשווערן דאָס שיף, אז ער וואָלט זיך אראָפּגעלאָזן אויף דער ערד אין מיטן נסיעה.

די דאָזיקע אייז-סכנה האָט טאַקע פאַרשאַפט א סך צרות דעם לופט-שיף. בעתן פליען איבערן פּאָליוס, נאָר אין אלגעמיין איז דאָס אדורך בשלום. דעם 11-טן מאַי 1926 איז „נאָרגע" ארויסגעפלויגן פון שפּיצבערגען ביי א זייער גינסטיקן און קלאָרן וועטער. אויפן אנדערן טאָג אינדערפרי איז „נאָרגע" געווען איבערן פּאָליוס און האָט פון דאָרטן ארויסגעלאָזט ראַדיאָ-דעפּעשן. אויפן דריטן טאָג האָט מען געזען דאָס שיף איבער אליאַסקאַ, שפּעטער האָט מען כמעט א גאַנצן מעת-לעת נישט געהאַט קיין ידיעות וועגן „נאָרגע". דאָס שיף איז ביי די ברעגעס פון אליאַסקאַ אריינגעפאַלן אין א געדיכטן נעפּל אין א גרויסן אייז-שטורם און שעהן לאַנג זיך געטראָגן אין דער לופט און זיך נישט געקאָנט אראָפּלאָזן אויף דער ערד. נאָך 71 שעה פליען האָט זיך „נאָרגע" אראָפּגעלאָזן נישט אין דעם פּונקט, וואָס איז געווען פאַראויסגעזען, נאָר א ביסל פון אים דערווייטערט. אין די פּראָפּעלערן (לופט-שרויפן) האָבן זיך אנגעזעצט שטיקער אייז. די הילע פון דער שיף איז ערטערווייז געוואָרן צושעדיקט פון אייז, און דאָס שיף האָט געמוזט פאַרענדיקן די רייזע.

די רייזע פון דעם קליינעם שיף „נאָרגע" איבערן פּאָלאַר-ים אין משך פון 71 שעה אָן איבעררייס איז א שיינער אויפטו און באַווייזט, אז א לופט-שיף האָט דאָס רעכט צו עקזיסטירן און וועט פאַרנעמען זיין אָרט אין דער לופט-קאָמוניקאַציע, נישט געאַכט אויף די גרויסע ערפאָלגן פון זיין קאָנקורענט, דעם עראָפּלאַן.

5

דער עראָפּלאַן איז דער יונגסטער מיטל פון קאָמוניקאַציע. ער איז אויפגעקומען כמעט אין איין צייט מיט די לופט-שיפן. אָבער די לופט-שיפן זענען געווען נישט מערער ווי א נייער שטאַפּל אין דער הונדערט-יעריקער געשיכטע פון די לופט-באַלאָנען, און דער עראָפּלאַן האָט געמוזט אָנהויבן אין גאַנצן פון דאָסניי. א לופט-שיף איז לייכטער פאַר דער לופט אין דעם זין וואָס ער וועגט ווייניקער ווי דער זעלביקער פאַרנעם לופט. צי דער בוי-מאַטעריאַל פון דער לופט-שיף פאַר זיך גענומען איז לייכטער אָדער שווערער פאַר לופט, דאָס שפּילט נישט קיין אנטשיידנדיקע ראָל, א לופט-שיף שוועבט אין דער לופטן

אקוראט ווי א שיף פון אייזן און שטאל שווימט איבערן וואסער. דער עראפלאן אקעגן דעם איז שווערער פאר דער לופט. ער קען קיין איין סעקונדע ניט האלטן זיך אומבאוועגלעך אין דער לופטן, ער האלט זיך אין דער לופטן אויסשליסלעך בזכות פון זיין באוועגונג. דער־טאר איז אזוי שווער אנגעקומען די אנטוויקלונג פון דער לופט־פליעריי, דערפאר האבן אזוי פיל מענטשן באצאלט מיט זייער לעבן פאר דער פראבע צו פליען אויף א אפאראט, וואס איז שווערער פאר דער לופט.

מען קען זאגן אויף די איצטיקע עראפלאנען, אז זיי זיינען אויסגעוואקסן פון א קינדער־שפיל. קינדער האבן ליב צו שפילן זיך מיט „שלאנגען" וואס זיי לאזן אין דער לופטן. מען קלעפט צונויף פון לייכטן מאטעריאל א מין קעסטל און מען לאזט אין אים אפן צוויי אנטקעגנליגנדיקע ווענטלעך מען בינט צו א לאנגע שטריקל און מעןווארט אויף א גינסטיקן ווינט, וועלכער זאל אויפהויבן דעם שלאנג. דעמאלט לאזט מען זיך לויפן און וואס גיכער מען לויפט, אלץ געשווינדער טראגט זיך אין לופטן דער שלאנג. עס הויבט אים אויף דער ווינט אקוראט ווי א שטארקער ווינט הויבט און טראגט אין דער לופטן אראפגעריסענע שילדן און אנדערע שווערע געגנשטאנדן, און ווען דער ווינט איז שוואך, שאפט מען קינסטלעכן ווינט דורך דעם, וואס מען שלעפט דעם „שלאנג" פארן שטריקל: דאס קעסטעלע שטויסט זיך אן דער לופט און ביי א פאסיקער לאגע פון די ווענטלעך, פארוואנדלט זיך די לופט אין א שטיצע פאר זיי, זיי לענען זיך אן דער לופט און האלטן זיך אקעגן דער ווירקונג פון דער שווער־קראפט וואס ציט זיי צו דער ערד.

קורץ גערעט א דינע פלאטע פון א מאטעריאל, וואס איז שווערער פאר דער לופט קען זיך דאך האלטן אין דער לופטן, אויב זי זאל געטראגן ווערן פון א ווינט, אדער אויב זי זאל אליין האבן אין זיך א באוועג־קראפט און אזוי צו זאגן שאפן ארום זיך א קינסטלעכן ווינט: יעדער עראפלאן שטעלט מיט זיך פאר, לויט דעם פרינציפ פון זיין בוי, אט אזא פלאטע, צו וועלכער עס איז באפעסטיקט א מאטאר און א פלאץ פארן פילאט (פירער פון עראפלאן) און פאר די פאסאזשירן. די נייערע פארשונגען האבן געוויזן, אז בשעת דער באוועגונג פון דעם עראפלאן, באקומט זיך פון פארנט א מין פוסטקייט, די לופט ווערט דארטן שיטערער און דער עראפלאן ווערט אזוי צו זאגן ארייגעצויגן אויף פארויס און אויף אין דער הויך. ווען איז דאס אלץ גערעדט? ווען די באוועגלעכע פלאטע געפינט זיך טאקע אין צושטאנד פון באוועגונג [illegible] צום עראפלאן, ווען זיין מאטאר ארבעט און טרייבט דעם פראפעלער. דער מינדסטער אפשטעל אין דער ארבעט פון מאטאר,

און די שטיץ-פליגלען פון אעראפלאן הערן אים אויף צו שטיצן, ער פאלט אראפ

איצט געהערט דאס אלץ צו די סאמע עלעמענטארע זאכן. איצט האט מען שוין זייער א סך אויפגעטאן אויף דעם געביט פון אערא-דינאמיק (אזוי רופט זיך די קענטשאפט פון די באוועגונגען פון דער לופט און פון באוועגטע קערפערס אין דער לופטן). מיט עטלעכע צענדליק יאר צוריק האט מען זיך מיט אזעלכע פראגן גאר ווייניק אינטערעסירט, און ממילא האבן נישט געהאט קיין ערפאלג די עלטערע פרוון פון לופט-פליעריי. די מייסטע פראיעקטן פון פלי-אפאראטן, שווערער פאר דער לופט, זיינען געווען אזוי פאנטאסטיש, אז די אייגענע פארפאסער זייערע האבן מורא געהאט איינצושטעלן זייער לעבן און צו פליען אויף זייערע אפאראטן. ריכטיקע פרוון צו פליען אין דער לופטן ד. ה. סיסטעמאטישע פרוון אויף א וויסנשאפטלעכן פונדאמענט האט דער ערשטער געמאכט דער בערלינער אינזשיניער ליליענטאל.

אטא ליליענטאל (געבוירן 1848) האט ערנסט שטודירט פון איין זייט די באוועגונגען פון די פויגלען אין דער לופטן און דער אנדער זייט — די געזעצן, וואס גילטן פאר באוועגטע געגנשטאנדן אין דער פרייער לופט. א סך ערפינדער פאר ליליענטאלן האבן געפרווט נאכצומאכן די פויגלען, ליליענטאל האט זיך פון זיי אונטערשיידעט דערמיט, וואס ער האט טיפער שטודירט דאס פראבלעם און איז געקומען צו דער איבערצייגונג, אז מען דארף טאקע נאכמאכן די פויגלען, אבער נישט דעם געוויינטלעכן פליען זייערן. א פויגל פליט אין דער לופטן, פאכנדיק מיט די פליגלען און פלוצים מאכט זיך, אז דער פויגל נעמט שוועבן אין דער הויך מיט אומבאוועגלעכע פליגלען, שוועבט א געוויסע צייט אדער הויבט זיך אויף נאך העכער, אויסנוצנדיק א גינסטיקן ווינט. די פויגלען שאנעווען די קראפט פון זייערע מוסקולן, זיי היטן זיך פון פארמאטערונג, און דערפאר נוצן זיי אויס יעדער געלעגנהייט צו שוועבן אנשטאט צו פליען. אט מיט דעם שוועבן פון די פויגלען האט זיך פאראינטערעסירט ליליענטאל און האט באשלאסן צו בויען אפאראטן, וועלכע זאלן זיין ענלעך צו א שוועבנדיקן פויגל, נישט צו א פליענדיקן.

נאך יארן פון שטודירן און קאלקולירן פארשיידענע פראיעקטן האט ער אין יאר 1889 אויסגעבויט דעם ערשטן פלי-אפאראט, מיט וועלכן ער האט געמאכט פראקטישע פרוון. ליליענטאל האט זיך אונטערשיידעט פון אנדערע דערפינדער מיט אן עכט וויסנשאפטלעכן צוגאנג צו דער זאך. ער האט זיך נישט געיאגט צו דערגרייכן אפולע מיט א מאל, ער

איז גענאנגען פּאָראויס שריטנווייז און סיסטעמאַטיש. ער האָט גע־שטרעבט נישט צו רעקאָרדן, ער האָט געוואָלט געפינען די געזעצן פון דער באַוועגונג אין דער לופטן. דאָס ערשטע איז ביי אים געווען — שאַפן א אַפּאַראַט, וועלכער זאָל זיך פּשוט האַלטן אין דער לופטן. זיין ערשטער אַפּאַראַט איז געווען געגליכן צו פליגלען פון א פלעדערמויז מיט צוויי פון אונטן צונעטשעפּעטע ברעטלעך אויף אריינצורוקן די הענט. מיט דעם אַפּאַראַט האָט זיך ליליענטאַל אויפגעהויבן פון א קליינעם טורעם. די הענט אריינגערוקט אין די ברעטלעך, די פליגלען איבער זיך, פלעגט ליליענטאַל ביי א גינסטיקן וועטער געבן א שפּרונג אויפן דאַך פון טורעם, דער ווינט פלעגט אים אויפהייבן צוזאַמען מיטן אַפּאַראַט און דערויף פלעגט ער פריי־שוועבנדיק אין דער לופטן זיך לייכט אראָפּלאָזן אויף דער ערד. די ערשטע אַפּאַראַטן האָבן געהאַט פליגלען 15 קוואַדראַט מעטער חי גרויס און האָבן געקענט אויסהאַלטן אין דער לופטן א מענטשן. אַזוי ווי דער ווינט פלעגט אָפט טרייבן דעם אַפּאַראַט אין א זייט, האָט זיך ליליענטאַל אויסגעלערנט צו קירעווען מיטן אַפּאַראַט פּשוט דורך די באַוועגונג פון די פיס. שריט ביי שריט האָט ליליענטאַל פאַרפולקאָמט זיין אַפּאַראַט און אין יאָר 1893 פלעגט זיך אים איינגעבן פליען אויף צוויי הונדערט און דריי הונדערט מעטער. ער האָט שוין געקענט פליען סיי מיטן ווינט, סיי אקעגן ווינט. אין א פאָרשטאָט פון בערלין האָט מען פאַר אים אָנגעשאָטן א באַרג 6 מעטער די הויך און דאָ האָט ער געמאַכט זיינע ווייטערדיקע פּראָבעס. שפּע־טער האָט ער זיי איבערגעטראָגן קיין רינאָוו ביי פּאָטסדאַם, אין א געגנט מיט נאַטירלעכע בערגלעך. כדי אויפצוהייבן א גרעסערע משא, האָט ער געמוזט פאַרגרעסערן דעם שטח פון חי פליגלען אין אַפּאַראַט און איז געפאַלן אויף א וויכטיקן געדאַנק, היות ווי צו גרויסע פליגלען וואָלטן נישט געהאַט די נויטיקע פעסטקייט, האָט ער אָנגעשטעלט 2 פּאָר פליגלען איינע איבער די אַנדערע, שאַפנדיק דעם ערשטן ביפּלאַן (צוויי־פליינטיקן אַפּאַראַט). אין אַלגעמיין האָט ליליענטאַל אויסגעפירט העכער טויזנט פלי־פּראָבעס און ווען ער האָט שוין געהאַלטן ביי גאָר וויכטיקע רעזולטאַטן, איז ער אין אויגוסט 1896 אומגעקומען בשעת א פלי־פּראָבע, זיין אַפּאַראַט האָט זיך איבערגעקערט און ליליענטאַל איז געפאַלן א קרבן פון חי עקספּערימענטן.

אין זייער צייט האָבן ליליענטאַלס פּראָבעס ארויסגערופן א גרויסע סענסאַציע, נאָר אין אַלגעמיינעם האָט מען פון זיי נישט געהאַלטן. מען האָט נישט פאַרשטאַנען אָפּצושאַצן די וויכטיקייט פון זיין מעטאָד. אין דייטשלאַנד גופא האָבן זיך נישט געפונען קיין בעלנים צו פירן ווייטער

זיין ארבעט. יא תיקון האט זי געפונען אין אמעריקע. דארט האט אײנער א אינזשיניער טשעניוט באשלאסן צו פירן ווײטער ליליענטאלס פאר־שונגען, און אזוי ווי זײן עלטער (60 יאר) האט אים נישט דערלויבט פעדזענלעך צו מאכן פלי־פראבעס, האט ער גענומען אויף זיך די טע־ארעטישע אנפירונג פון די עקספערימענטן און האט צוגעצויגן יונגע לייט צו די פלי־פראבעס. פון טשעניוט איז די זאך אריבער צו די ברי־דער רייט, און זײ האבן דערגרייכט דעם ציל און האבן אויסגעבויט דעם ערשטן עראפלאן מיט א מאטאר. ליליענטאל האט געמאכט אלע פראבעס אן מאטארן, ווייל צו זײן צייט איז נאך נישט געווען געשאפן דער גע־נוג לייכטער מאטאר און ווייל ביי אים איז געווען דער עיקר דער פלי־אפאראט גופא.

די ברידער ווילבור און ארוויל רייט האבן זיך גענומען צו זייער ארבעט אין 1900. זײ האבן 3 יאר צייט געמאכט בסוד סודות פארשייד־ארטיקע פרוון אין א אפגעלעגענעם ווינקל. אין סוף פון יאר 1903 האט זיך זײ איינגעגעבן דער ערשטער פלי אויף אן אמתן עראפלאן. זײ זענען דורכגעפלויגן 260 מעטער אין 56 סעקונדעס אקעגן א ווינט פון דער שטארקייט 32 קילאמעטער־שעה. לויט אונזערע איצטיקע בא־גריפן איז דאס א קלייניקייט, אבער יאלס ערשטער פרווו איז דאס גע־ווען א גרויסער אויפטו, וויכטיק ספעציעל דערמיט, וואס דער ערשטער עראפלאן האט באדייט א גרויסן שריט פארויס נאך ליליענטאלן. די ברידער רייט האבן פארשטאנען, אז דער ערשטער באדינג פון אוויאציע איז א לייכטער מאטאר, און זײ האבן אליין אויסגעבויט א בענזין־מא־טאר, וועלכער האט געליפערט 16 פערד־קראפט ביי א געוויכט פון 62 קילא. צווייטנס האבן זײ ריכטיק פארשטאנען צו בויען די ארגאנען אויף צו קירעווען מיט א עראפלאן. דער עראפלאן שווימט אין דער לופטן און כדי איינצוהאלטן שטענדיק די געהעריקע לאגע אקעגן דעם ווינט, דארף ער זיך לאזן קירעווען אין דריי ריכטונגען: אויף רעכטס און לינקס, אויף ארויף און אויף אראפ, און דריטנס זיך דרייען ארום זיין האריזאנטאלער אקס. די ברידער רייט האבן פרינציפיעל פארענטפערט די פראגע וועגן קירעווען מיט א עראפלאן און די ווייטערדיקע אנט־וויקלונג איז באשטאנען אין א פארפולקאמונג פון די געפונענע פרינ־ציפן.

6

אין אייראפע האבן זיך באלד געפונען מענטשן, וועלכע האבן נאכ־געטאן די ברידער רייט, ווער מיט מערער, ווער מיט ווייניקער ערפאלג.

עטלעכע יאָר האָט די גאַנצע זאַך געהאַט אויסשליסלעך דעם כאַראַקטער פון ספּאָרט אָדער האָט געדינט צו פאַרווײַלן דעם טײַגיריקן עולם. פּראַקטישע מענטשן האָבן נישט געהאַלטן, אַז פון די ערשטע פּראָבעס זאָל אַרויס גיכן אויסוואַקסן עפּעס נוציקס. אַרום יאָר 1908 האָט זיך די שטימונג געביטן און מען האָט זיך גענומען ערנסטער אינטערעסירן מיט דער אוויאַציע.

דעם 25 יולי 1909 איז דער פראַנצויז בלעריאָ דער ערשטער אַריבערגעפלויגן לאַמאַנש, וואָס טיילט אָפּ פראַנקרײַך פון ענגלאַנד, און דאָס איז געווען אַ סיגנאַל צו שאַפן אַ לופט-פלאָט. אַז דער אַעראָפּלאַן קען נוצן צו פרידלעכער קאָמוניקאַציע, האָט מען נאָך אַלץ נישט פאַרשטאַנען, און דער לופט-פלאָט פון די אַעראָפּלאַנען האָט געזאָלט דינען אויסשליסלעך פאַר מיליטערישע צוועקן. דער לײַכט באַוועגלעכער אַעראָפּלאַן האָט געזאָלט ווערן דאָס הויפּטמיטל אויף אויסצושפּירן דעם שונא. עס איז אַנטשטאַנען אַ גאַנצע אינדוסטריע פון אַעראָפּלאַנען און עס האָבן זיך געעפנט אַ סך שולן פאַר פּילאָטן. כדי צו פאַראינטערעסירן דעם ברייטן עולם און כדי צו שאַפן אַ שטימונג, וועלכע זאָל זײַן גינסטיק אויף באַקומען גרויסע קרעדיטן פאַר אוויאַציע, פלעגן געמאַכט ווערן באַדייטנדיקע לופט-רייזעס, און עס האָט זיך אָנגעהויבן די יאָגעניש נאָך רעקאָרדן. די דאָזיגע רעקאָרדן האָבן איבעריקנס אויך זייערע גוטע זײַטן, וואָרום אין דער קאָנקורענץ פון די פאַרשיידענע טיפּן אַעראָפּלאַנען ווערן אויפגעדעקט די מעלות און חסרונות פון יעדער טיפּ און עס ווערט געפונען דער ריכטיקער וועג צו דער ווייטערדיקער אַנטוויקלונג.

דער טעכנישער צושטאַנד פון דער אוויאַציע צום אָנהויב פון וועלט-קריג איז שוין געווען אַ גאַנץ הויכער. עס זענען געווען אײַנגעשטעלט פאָלגנדע רעקאָרדן: געשווינדקייט — 204 קילאָמעטער אַ שעה, גרעסטער דורכגעפלויגענער אָפּשטאַנד — 1024 קילאָמעטער, לענגסטע רייזע אין דער לופטן — 16 שעה מיט 29 מינוט, גרעסטע דערהייבונג איבער דער ערד — 6120 מעטער. וויכטיק איז נאָך צו באַמערקן, אַז די פירער פון די קריגס-פלאָטן האָבן געגעבן דעם שטוים צו דער אַנטוויקלונג פון די אַזוי גערופענע הידראָ-אַעראָפּלאַנען. אַזוי ווערן אָנגערופן אַעראָפּלאַנען, וועלכע קענען זיך אויפהויבן פון וואַסער און זיך אויך אַראָפּלאָזן אויפן וואַסער.

דער וועלט-קריג האָט געבראַכט צו אַזאַ גוואַלטיקער אַנטוויקלונג פון דער אוויאַציע, וואָס קיינער האָט זיך דערויף גאָר נישט געקענט ריכטן, עס איז גענוג צו זאָגן, אַז צום סוף פון קריג האָבן די פראַנצויזן פאַרמאַגט 322 עסקאַדרעס מיט צוזאַמען איבער 4500 אַעראָפּלאַנען, און,

אז ביי די דייטשן זענען געווען 310 עסקאדרעס מיט פינף טויזנט עראָפּלאַנען. צום אָנהויב קריג האָבןביידע לענדער צוזאַמען נישט פאַרמאָגט קיין 350 אַפּאַראַטן. עס האָט זיך אַרויסגעוויזן אין פאַרלויף פון קריג, אז דער עראָפּלאַן קען דינען נישט בלויז אויף אויסצושפּירן דעם שונא, אז פון עראָפּלאַנען קען מען באַשיסן דאָס פיינטלעכע מיליטער און באָמבאַרדירן די פיינטלעכע שטעט. אויך האָט זיך אַרויסגעוויזן, אז דער לופט-פלאָט קען ביי א געהעריקער אָרגאַניזאַציע ווערן אויסערסט געפערלעך פאַר די קריגס-שיפן.

מיר האָבן אָנגעגעבן די צאָל אַפּאַראַטן ביי דייטשלאַנד און פראַנקרייך צום סוף פון קריג. ווען מען זאָל נעמען אין אכט די איבעריקע לענדער און ווען מען זאָל נאָך צורעכענען די גרויסע צאָל עראָפּלאַנען, וועלכע זענען צושטערט געוואָרן בשעת די קאַמפן, וועלן מיר האָבן צו טאָן מיט צענדליקער טויזנטער עראָפּלאַנען. די עראָ-אינדוסטרי האָט זיך געמוזט געוואַלדיק אַנטוויקלען אום צו פאַרזאָרגן די אַרמייען, און ווען עס איז געקומען דער שלום האָבן זיך אָנגעמערקט צוויי טענדענצן. ערשטנס זענען קריגס-עראָפּלאַנען געוואָרן א אומבאַדינקטער באַשטאַנדטייל פון יעדער מיליטערישער מאַכט, צווייטנס איז די עראָ-אינדוסטרי געווען פאַראינטערעסירט אין שאַפן א ציווילע, א פרידלעכע אַוויאַציע.

אום צו באַפרידיקן די דאָזיקע צווייערליי באַדערפענישן האָט דער עראָפּלאַן געמוזט ווערן נאָך מערער פאַרפולקאָמט. די מלחמה-צייט האָט איבערגעלאָזן פאַר דער נאָכקריגס-צייט זייער א סך טעכנישע דערפאַרונגען וועגן עראָפּלאַנען. מען האָט גענומען פלייסיק שטודירן די אָנגעזאַמלטע דערפאַרונג, כדי צו שאַפן נייערע און בעסערע קאָנסטרוקציעס. דער אַמאָליקער שטרייט צווישן מאָנאָפּלאַן און ביפּלאַן, וועלכער איז געווען אזוי שאַרף יאָרן די ערשטע יאָרן פון דער אַוויאַציע האָט פאַרלאָרן זיין באַדייטונג. מען איז דערגאַנגען, אז נישט די צאָל פליגלען פון עראָפּלאַן איז וויכטיק, אז דער עיקר איז — דער אויסזען פון די פליגלען. זיי דאַרפן זיין צוגעפּאַסט צו די געזעצן פון דער לופט-שטראָמונג, זיי דאַרפן זיין געבויט ווי פרייער. דער אַמאָליקער וויכטיקער בוי-מאַטעריאַל פון עראָפּלאַנען, האָלץ, האָט געמוזט אָפּטרעטן זיין אָרט דעם לייכטן אַליומיניום, וועלכער פאַראייניקט אין דער געשטאַלט פון דוראַליומין די לייכקייט מיט דער פעסטקייט. די מאָטאָרן פאַר די עראָפּלאַנען זענען געוואָרן אַלץ שטאַרקער און גלייכצייטיק אַלץ לייכטער. פאַר דער קריג האָט מען געהאַלטן פאַר א געווונשענעם ציל א מאָטאָר, וועלכער זאָל וועגן בלויז איין קילאָ אויף א פערדקראַפט. אין יאָר 1926 האָט אַמעריקע פּראָדוצירט מאָטאָרן, כמעט מיט א העלפט פון דעם

דאַזיקן געוויכט. די נייע מאָטאָרן זענען נישט נאָר לייכטער און שטאַר־קער, זיי האַלטן זיך אויך לענגער ד. ה. קאָסטן ביליקער. די נייע מאָטאָרן זענען דערביי אימשטאַנד אויפצוהייבן זיך העכער ווי די פריערדיקע.

מען דאַרף דאָ האָבן אין זינען, אַז ווען אַ בענזין־מאָטאָר הייבט זיך אויף אין דער לופטן, איז וואָס העכער פאַרלירט ער אַלץ מערער אין קראַפט. אין דער הויך איז די לופט שיטערער, די צילינדערס פון מאָטאָר זויגן איין די מער שיטערע לופט, עס קומט פאַר אין צילינדער אַ שוואַכערע אויפרייס און ער אַרבעט וואָס העכער אַלץ שוואַכער. פון דער אַנדערע זייט פאָדערט זיך וואָס העכער דווקא אַ שטאַרקערע אַרבעט פון מאָטאָר: אַזוי ווי די לופט איז שיטערער, שטיצט זי שוואַכער דעם אַעראָפּלאַן, און ער מוז זיך דורכאויס באַוועגן געשווינדער. דערפאַר האָט יעדער אַע־ראָפּלאַן זיין הויך, איבער וועלכער ער קען נישט אויפשטייגן, אַקוראַט ווי עס וואָלט געווען איבער אים אויסגעשפּרייט אַ פעסטער סופיט. פאַר דער קריג איז דער דאָזיקער „סופיט" געלעגן אין אַ הויך פון עטלעכע קילאָמעטער. פאַר די אַעראָפּלאַנען מיט די נייע מאָטאָרן איז אַזוי גוט ווי פאַרשוואונדן דער „סופיט". די מאָטאָרן ווערן געבויט מיט מכשירים, וועלכע שיקן אין צילינדער געפּרעסטע לופט און די דאָזיקע מכשירים פּרעסן די שיטערע לופט ביז צו דער נאָרמאַלער געדיכטקייט.

אָנשטאָט זיך אַריינלאָזן אין ווייטערדיקע פּרטים, וועלן מיר פאַר־צייכענען די רעקאָרדן פון דער לופט־פליערײ צום יאָר 1926. געשווינד־קייט — 448 קילאָמעטער אין אַ שעה. גרעסטע דערהויבונג איבער דער ערד 12,442 מעטער. גרויסע און לאַנגע נסיעות אין דער לופטן ווערן גע־מאַכט אַזוי אָפט, אַז עס איז שווער צו מאַכן אַן אויסוואַל, וועלכע רייזע איז אינטערעסאַנטער און פאַרדינט מערער דערמאָנט צו ווערן. אין יאָר 1919 האָבן צוויי ענגלענדער דורכגעפלויגן דעם אַטלאַנטישן אָקעאַן. דער איטאַליענער פּינעדאָ האָט אין יאָר 1925 אויסגעפירט אַ לופט־רייזע אַרום דער וועלט פון רוים קיין אויסטראַליע, פון דאָרטן קיין טאָקיאָ און צו־ריק קיין רוים בסך־הכל פופציק טויזנט קילאָמעטער. פיר ענגלישע אַעראָ־פּלאַנען האָבן צוזאַמען זיך דורכגעפאָרן פון קאַירא קיין קעפּטאַון אין דרום־אַפריקע און פון דאָרטן צוריק איבער קאַירא קיין ענגלאַנד — אַ מעשה פון אַרום 22000 קילאָמעטער.

פראַנצויזישע לופט־פליער האָבן זיך דורכגעשפּאַצירט צו די פראַנ־צויזישע קאָלאָניעס אין אַפריקע און צוריק קיין פּאַריז אויף 13000 קי־לאָמעטער. דער ענגלענדער קאָבהאַם האָט דורכגעפלויגן איבער איירָאָפּע און אַזיע ביז צו אויסטראַליע און איבער אויסטראַליע און צוריק. דער פראַנצויז פּעלעטיע־דואַזי האָט זיך קונה־שם געווען מיט זיין פליען קיין

פעקין. אפשר מער פאר אלץ פליט מען צום וויטן מזרח, קיין יאפאן און כינע. דער ראטנפארבאנד האט אין פרילינג 1925 ארויסגעשיקט אהין א עקספעדיציע פון זעקס עראפלאנען. עס זענען געפלויגן קיין יאפאן דענישע און דייטשע לופט פליער, פון זייער זייט זענען די יאפאנער גע־קומען אין דער לופטן צו געסט קיין אייראפע און דערפלויגן ביז פאריז. אין אויגוסט־סעפטעמבער 1926 האט דער פוילישער אפיציר ארלינסקי געמאכט א שיינע רייזע פון ווארשע איבער רוסלאנד קיין טאקיא און צוריק (22,600 קילאמעטער). ביי די אוויאטארן איז מערער ווי א לאנגע רייזע מיט איבעררייסן אנגעליינגט, א רייזע כאטשבי א קורצערע אבער אן אפשטעלן. אין יאר 1925 האט דעם רעקארד אין דער באציונג געשלאגן דער פראנצויזישער אפיציר אראשא, וועלכער איז געפלויגן פון פאריז דירעקט קיין ווילא־טשיסנעראס אויף א מהלך פון 3166 קילאמעטער. דעם זעלביקן יאר האבן צוויי אמעריקאנער געפלויגן איבער גאנץ אמעריקע, פון ניו־יארק ביז לאס־אנדזשעלאס אויף 4140 קילאמעטער. נאר די פאכ־לייט האבן דעם דאזיקן רעקארד נישט אנערקענט, ווארום זייער עראפלאן האט אין וועג באקומען בענזין פון אן אנדער לופט־שיף. אין יאר 1926 זענען ביידע פאראיאריקע דערגרייכונגען געווען פארעלטערט. דער דער־מאנטער פראנצויז אראשא מיט זיינעם א ברודער האבן באוויזן צו קו־מען פון פאריז קיין באסארא, אויפן פערסישן ים. אין 26 מיט א האל־בער שעה האבן זיי דעם 26 און 27 יוני דורכגעמאכט 4573 קילאמע־טער. מיט צוויי וואכן שפעטער האבן די פראנצויזן זשיריע און דארדילי אויסגעהאלטן אין דער לופטן 29 שעה און דערגרייכט פון פאריז ביז צו אמסק אין סיביר, דורכפליענדיק 4715 קילאמעטער. סוף אקטאבער האבן קאסט און ריניא געשלאגן אויך דעם רעקארד, דורכפליענדיק פון פאריז ביז דזשאסק (פערסיע) — 4425 קמ. אין 32 שעה.

די אלע אויפטוען האט מען צו פארדאנקען, אי דעם מוט פון די לופט־פליער, אי די דערגרייכונגען פון דער טעכניק. דער עראפלאן, מיט וועלכן מען איז געפלויגן פון פאריז דירעקט קיין באסארא, איז אימשטאנד געווען מיטצונעמען 3400 ליטער בענזין. דער דאזיקער גרויסער זאפאס בענזין וואלט אבער נישט געקלעקט, ווען דער מאטאר פון עראפלאן וואלט נישט געווען אזוי פארפולקאמט. נישט געאכט אויף זיינע 600 פערד־קראפט, איז ער געווען לייכט און האט פארברויכט ווייניק בענזין. דאס זעלביקע איז מיטן עראפלאן, וועלכער האט געשלאגן דעם רע־קארד פון דער לענגסטער דירעקטער רייזע. ער האט געווויגן צוזאמען מיטן מאטאר נישט מער, ווי 1325 קילאגראם און איז אימשטאנד גע־ווען אויפצוהייבן אין דער לופטן א דאפלט גרויסע לאדונג. צו אלעם דעם

מוז נאך צוגערעכנט ווערן, אז דער פארבעסערטער אעראפלאן פליט נישט בערך זיכערער ווי פריער. קאטאסטראפעס מיט אעראפלאנען ווערן אלץ זעלטענער און אויף די רעגולערע לופט-ליניעס איז זייער פראצענט אין אלגעמיין נישט גרעסער ווי אויף דער אייזנבאן.

7

מיר האבן אקארשט דערמאנט די לופט-ליניעס. זיי בילדן דעם סאמע כאראקטעריסטישן שטריך אין דער נייסטער אנטוויקלונג פון אוויאציע. די גרויסע הויפט-שטעט פון אייראפע זענען איצט פארבונדן צווישן זיך דורך רעגולערע לופט-ליניעס. די ליניעס ציען זיך איבערן קאנטינענט און גרייכן ביז אזיע, ביז אפריקע און, אויב נישט היינט איז מארגן, וועלן זיי פארבינדן אייראפע מיט ביידע אמעריקעס. די רעגלמעסיק-פליענדיקע אעראפלאנען טראנספארטירן פאסאזשירן, סחורה און פאסט און זענען געווארן א טאג-טעגלעכער מיטל פון קאמוניקאציע. עס קומט אוים עפעס מאדנע. ווי אזוי קאן אן אעראפלאן זיין אימשטאנד צו פירן פאסאזשירן און משא, ווען ער אליין איז שווערער פאר לופט און ווען עס פאדערט זיך א היפשע אנשטרענגונג פון דער מאשין, כדי צו הויבן אין דער לופטן זיין אייגענעם געוויכט? ווער עס טראכט אזוי, האט זיך קיין מאל נישט איבערגעלייגט, ווי אייגנטלעך, ארבעטן אונזערע אנדערע מיטלען פון קאמוניקאציע. לאמיר נעמען די אייזנבאן. אין א געוויינלעכן משא-צוג באטרעפט דאס געוויכט פון דעם לאקאמאטיוו מיט די וואגאנעם און מיטן ברען-שטאף (קוילן, האלץ) אזוי פיל, ווי די געפירטע לאדונג. דאס הייסט, אז א משא-צוג פירט נישט מער ווי א העלפט נוציקע לאדונג; די צווייטע העלפט באטרעפט זיין אייגענע געוויכט. אין א פאסאזשיר-צוג זענען מיר ווייט אפילו פון אזא פראפארציע. אין א גוטן שנעל-צוג ווערט דאס געוויכט פארטיילט אזוי: די וואגאנעם מיטן לאקאמאטיוו און מיטן ברען-שטאף ווענגן ניין-צענטל, די פאסאזשירן מיט זייער באגאזש — קארג איין צענטל, ווי באלד אזוי, האט זיך דער אעראפלאן נישט וואס צו שעמען מיט זיין נוציקער ארבעט. אויפן צוזאמענפאר פון די דייטשע אינזשעניערן אין יאר 1924 האט א באקאנטער קאנסטרוקטאר פון פלי-אפאראטן געמאכט אזא חשבון. אין א דורכשניטלעכן אעראפלאן וועגט ער אליין מיט דער מאשין און מיטן זאפאס בענזין קנאפע 90% און העכער 10% בלייבט איבער פאר די פאסאזשירן מיטן באגאזש. דער אעראפלאן שטייגט גאר אריבער דעם שנעל-צוג. דער קאזיקער חשבון גילט פאר דעם נישט גינסטיקן פאל, ווען דער אערא-

פלאן וויל פליען 10 שעה אן אן איבעררייס. אויב עס זאל זיך האנדלען וועגן א קורצערע רייזע, לאמיר זאגן — אויף פיר שעה צייט, קאן מען איינשפארן ביז 15% אין דעם געוויכט פון דעם מיטגענומענעם בענזין, און אין דער זעלבער פראפארציע פארגרעסערן די לאדונג: דעמאלט וועט דער עראפלאן פירן 25% נוציקע משא. אזוי האט דאס געהאלטן צום יאר 1924 און זינט דעמאלט האט זיך די פראפארציע געביטן ווידער לטובת דעם עראפלאן.

א קליינע סטאטיסטיק פון דער לופט-באוועגונג אין פראנקרייך וועט געבן א באגריף ווי גיך עס אנטוויקלט זיך די קאמוניקאציע אויף עראפלאנען. אין יאר 1924 האבן די עראפליניעס אריבערגעפירט 16,729 פאסאזשירן און 877 טאן לאדונג. אין יאר 1926 איז דורך דעם לופט-פארט בורזשע, דעם צענטראלן לופט-פארט פון לאנד, דורכגעגאנגען 29,000 פאסאזשירן און 1,300 טאן לאדונג. אויף איינער פון די וויכטיגסטע פראנצויזישע לופט-ליניעס, וועלכע פירט פון טולוזע איבער קאזאבלאנקא קיין דאקאר (אין אפריקע), האט זיך די לופט-קאמוניקאציע אנטוויקלט אזוי:

אין יאר	1919	—	41	פאסאזשירן,	9,124	בריוו
„ „	1920	—	223	„	176,591	„
„ „	1921	—	455	„	327,834	„
„ „	1922	—	920	„	1,406,352	„
„ „	1923	—	1466	„	2,704,271	„
„ „	1924	—	1376	„	3,640,696	„
„ „	1925	—	4500	„	7,500,000	„

קלענער פאר אלץ איז די אייגנטלעכע פאסאזשיר-באוועגונג. די וויכטיקסטע סיבה דערפון איז די טייערקייט פון די לופט-רייזעס. בילעטן אויף אן עראפלאן קאסט טייערער ווי אין לוקסוס-צוג, און נישט יעדערער קען זיך ערלויבן צו באצאלן אזא הויכן פרייז. א בריוו דורך דער לופט-פאסט קאסט אויך אין עטלעכע מאל טייערער פאר א געוויינלעכן בריוו, נאר דאס שפירט זיך נישט אזוי שטארק, און די באנוצונג מיט דער לופט-פאסט וואקסט אומעטום. א צווייטע סיבה פארוואס פאסאזשירן פארן ווייניק אויף עראפלאנען איז דאס, וואס אויף די מייסטע ליניעס קומט פאר די באוועגונג אויסשליסלעך בייטאג. אויף לענגערע ליניעס קען דער שנעל-צוג דעמאלט אריבעריאגן דעם עראפלאן, די ביידע חסרונות ליגן אבער נישט אין דער נאטור פון דער זאך און וועלן מיט דער צייט ווערן אפגעשאפן. שוין איצט זענען פאראן לופט-ליניעס, ווו די באוועגונג קומט פאר סיי בייטאג סיי ביינאכט, ווייל דער וועג איז דארטן

באלויכטן מיט סיגנאלן און באזיצט אַפּשטעל-פּלעצער ווו מען קען זיך אַראָפּלאָזן בײַ א סיבה. אזא אײַנאָרדנונג באזיצט, למשל, ניו-יאָרק — סאַן-פראַנציסקאָ, אין דער לענג פון אירע 4300 קילאָמעטער זענען אײַנגעאָרדנט ארום 100 אַפּשטעל-פּלעצער, 18 פלי-פּאַרטן, 58 לײַכט-טורעמס און איבער 400 לײַכט-סיגנאַלן. וואָס אַנבעלאַנגט דעם קרײַז פון די לופט-רײַזעס, וועט ער ווערן קלענער, ווען דאָס פּובליקום וועט מער נוצן די עראָפּלאַנען און מען וועט קענען אײַנשטעלן אויף די לופט-ליניעס גרעסערע אַפּאַראַטן. דערווײַל דעקן נישט די מײַסטע ליניעס זייערע הוצאות און ווערן סובסידירט פון די מלוכהשע קאַסע. די מלוכות זײַנען פאַראינטערעסירט אין דער געשווינדער לופט-קאָמוניקאַציע און דער עיקר — מען איז אומעטום אויסן צוצוגרייטן דעם פּערסאָנאַל און מאַטעריאַל פאַר דער מיליטערישער אַוויאַציע.

סײַ די פאָדערונגען פון עקאָנאָמיע, סײַ די פאַרלאַנגען פון מיליטער-לײַט טרײַבן די קאָנסטרוקטאָרן צו בויען אַלץ גרעסערע עראָפּלאַנען. עס זענען אויסגעבויט און פּראָיעקטירט פלי-אַפּאַראַטן מיט מאָטאָרן אויף 1000 און צוויי טויזנט פערד-קראַפטן, וועלכע זאָלן האָבן באַקוועמע פּלעצער פאַר עטלעכע צענדליק פּאַסאַזשירן אָדער פאַר א לאַדונג פון העכער 10 טאָן. אָט אַזוינע עראָפּלאַנען קאָנקורירן מיט די גרויסע לופט-שיפן און וועלן אפשר געווינען דעם קאַמף, ווײַל זיי וועלן זײַן ביליקער פאַר די לופט-שיפן.

אַלץ דאָס ביז אהער געזאָגטע באצייכנט די הויפּט-ליניע אין דער אַנטוויקלונג פון לופט-פליערײַ — די אויפשטײַגנדיקע ליניע צו אַלץ גרעסערע אויסמעסטונגען און דערגרייכונגען. אחוץ דער דאָזיקער ליניע, וועלכע האָט געמאַכט פון דעם עראָפּלאַן א מיטל פאַר וועלט-קאָמוניקאַציע, צייכנט זיך אָן נאָך א ליניע — די אויסנוצונג פון קליינע און ביליקע עראָפּלאַנען צו פאַרשיידענע באַדערפענישן פון טאָג טעגלעכן לעבן. לאָמיר ברענגען עטלעכע בײַשפּילן. עראָפּלאַנען באַזאָרגן די פּאָסט-פאַרבינדונג אין פאַרוואָרפענע ווינקלען, וווהין עס איז שווער צוצוקומען אויף אַנדערע אופנים. אויף עראָפּלאַנען האָט מען געשיקט שפּײַז צו די פאָרשונג-סטאַציעס אויף הויכע שניי-בערג. אין ראַטן-פאַרבאַנד האָט מען אין יאָר 1926 אויסגענוצט עראָפּלאַנען אין דעם געיעג אויף פּאָקעס (קאָטיקעס). די עראָפּלאַנען האָבן פון דער הויך לײַכט אַרויס-געפונען די פּלעצער, ווו עס זיצן די פּאָקעס און געגעבן ווענן דעם צו וויסן די שיפן. דאָס האָט מען צו פרידלעכע צוועקן אָנגעווענדעט די מעטאָדן פון קריג, ווען עראָפּלאַנען פלעגן אויסשפּירן די אונטערוואַסער שיפן. און אָט איז אַן אַנדער געביט פון פּראַקטישער אַוויאַציע,

וועלכע איז אויך אויסגעוואקסן אויפן באָדן פון קריג. בשעת דער מלחמה האָט מען צוגעטראַכט קונציקע אַפּאַראַטן אויף צו פאָטאָגראַפירן פון דער לופטן א געגנט מיט אלעם דעם, וואָס אויף איר טוט זיך. די פאָטאָגראַפיעס פלעגן דערנאָך אויסגעמאָסטן ווערן דורך ספּעציעלע מכשירים און פלעגן געבן א בעסערן בילד פון דער אויבערפלאַך, ווי עס וואָלטן אויף דער ערד דערגרייכט די פעלד-מעסטערס מיט זייערע ערדישע אינסטרומענטן. פון די דאָזיקע מיליטערישע פּרוון איז אויסגעוואקסן א באַזונדער צווייג פון טעכניק: די קונסט פון ערד-מעסטונג מיט דער הילף פון לופט-פאָטאָגראַפיעס. אעראָפּלאַנען, באוואָפנט מיט געהעריקע מכשירים, פירן איצט אויס אזוינע אויסמעסטונגען, סיי צו וויסנשאַפטלעכע צוועקן, סיי צו פּראַקטישע, (פּאַרצעלאַציע, אויסמעסטונג פון וועלדער און דאָס גלייכן).

אינטערעסאַנטער פאַר אלץ איז די אויסנוצונג פון לופט-פליערײַ אין לאַנדווירטשאַפט: וואָס, דאַכט זיך, קאָן זײַן ווײַטער איינס פון אנדערן, ווי דאָס נײַ-מאָדישע פליען אין דער לופטן — פון איין זײַט, און די ערד-ארבעט — פון דער אנדערער, די עלטעסטע און קאָנסערוואַטיווסטע פון אלע פּראָפעסיעס?

די אמעריקאַנער זענען עס די ערשטע געפאַלן אויפן שכל, אז אעראָפּלאַנען זענען א גוט מיטל אין לאַנדווירטשאַפט, צום בײַשפּיל — אויף צו באַקעמפן שעדלעכע אינזעקטן. געווען איז עס אזוי: אויף די פיליפּינען האָט דער הײַשעריק אָנגעמאַכט גרויסע היזקות אויף די צוקער-פּלאַנטאַציעס. מען האָט פון אעראָפּלאַנען אויסגעפאָרשט די פּלאַנטאַציעס, און פון דער לופטן האָט מען לײַכט ארויסגעפונען די פּלעצער, וווּ דער הײַשעריק פּרוכפּערט זיך. דערנאָך האָט מען ווידער פון אעראָפּלאַנען באַשאָטן די פּלאַנטאַציעס מיט אזא פּראָשעק, וועלכער איז געווען סם פאַרן הײַשעריק. די אעראָפּלאַנען זענען געפלויגן נידעריק איבער די ערד, דער פּראָשעק פלעגט ווערן ארויסגעשאָטן פון א באַזונדער אַפּאַראַט, און א דאַנק דעם שטאַרקן לופט-שטראָם פון דעם פּראָפּעלער פלעגט ער זיך פאַנאַנדערשיטן איבער די געוויקסן ווי א דינער רעגן. די פּראָבעס זענען געווען בינסטיק, און מען האָט אויסגענוצט דאָס זעלביקע מיטל אויף צו באַקעמפן דעם שעדלעכן זשוק, וועלכער פּרוכפּערט זיך אין די באַוול-פּלאַנטאַציעס און פאַרשאַפט גרויסע שאָדנס.

די אמעריקאַנער האָבן זיך דערמיט נישט באַנוגנט. זיי האָבן געמאַכט געלונגענע פּראָבעס גאָר פון אן אנדער אַרט: אעראָפּלאַנען האָט מען אויסגענוצט אויף צו פלאַנצן וועלדער. אויפן אינזל האַוואַי האָט די רעגירונג געוואָלט אײַנפלאַנצן א וואַלד אין א ווילדן און טרוקענעם

בענגט, וווהין עס איז שווער צוצוקומען. מען האָט גענומען זאָמען פון א געוויסן סאָרט פיינן-בוים און מען האָט זיי זאָמען פאנאנדערגעוואָרפן פון א עראָפּלאַן איבער דער דאָזיקער געגנט.

אין אנדערע לענדער האָבן זיך געפונען בעלנים נאָכצוטאָן די אמעריקאנער. אין רוסלאנד ווערן די עראָפּלאנען אויך אויסגענוצט אויף צו באקעמפן שעדלעכע אינזעקטן. צו דעם צוועק ווערן די פעלדער באשאָטן פון עראָפּלאנען מיט פּראָשקעס, אָדער באגאָסן מיט פליסי-קייטן. אין דייטשלאנד האָט מען געטאָן דאָסזעלביקע אום צו באקעמפן די פּלאָג פון שעדלעכע אינזעקטן אויף גרויסע שטחים פון וועלדער.

ענדלעך זאָל דערמאָנט ווערן דער עראָפּלאַן פאר צוועקן פון ספּאָרט. אָט דער געביט איז באהערשט פון קליינע עראָפּלאנען מיט שוואכע מאָטאָרן, נישט מערער ווי עטלעכע צענדליק פערד-קראפט. מאָ-טאָרן פון לופט-ספּאָרט האָבן דערגרייכט שיינע רעזולטאטן אויף קליינע פלי-אפּאראטן, און עס מערקט זיך גאָר א אומקער צוריק צו ליליענטאלס אידעען צו פלי-אפּאראטן אָן מאָטאָרן. אויך מיט אזעלכע אפּאראטן זענען ביי גינסטיקע באדינגונגען פון ווינט געמאכט געוואָרן לענגערע פלי-פּראָבעס. די קליינע עראָפּלאנען זענען נישט קיין פארקלענערטע קאָפּיעס פון די גרויסע. זיי ווערן געבויט לויט באזונדערע פּרינציפּן, זיי נוצן אוים אויף א פיינעם און פּרעציזערן שטייגער די געזעצן פון עראָ-דינאמיק, און עס איז פאראַן א מיינונג, אז אויב דעם עראָפּלאַן איז באשערט צו געפינען א ברייטערע פארשפּרייטונג, וועט דאָס אויפ-טאָן טאקע דער קלענער לייכטער פלי-אפּאראט.

דער נצחון פון מענטשן איבער דער לופט שטעלט מיט זיך פאָר אזא שיין בלאט אין דער געשיכטע פון דער נייסטער טעכניק, אז מיר האָבן געמוזט ברייטער ארומרעדן דעם ענין. מיר האָבן זיך באקענט מיט אויסערגעוויינלעכע דערגרייכונגען און די פארוואונדערונג איז נאָך גרעסער, ווען מען באטראכט זיך, אז די לופט-פליעריי האַלט נאָך אין רעכטן מיטן פון איר אנטוויקלונג. עס שטייען נאָך אויף דער טאָג-אָר-דענונג א סך נישט געלייזטע פראגן — וועגן דער צאָל מאָטאָרן, ווען דער גינסטיקער לאגע זייערע א. א. וו. אזא וויכטיקער באשטאנדטייל פון דעם פלי-אפּאראט, ווי דער פּראָפּעלער, קומט ערשט איצט אריין אין א נייע שטופע פון אויסבילדונג. אָנשטאָט די פּראָפּעלערס פון האָלץ גייען אריין אין מאָדע לויטן אמעריקאנער מוסטער פּראָפּעלערס פון מע-טאל. און אָן אויפהער באמיען זיך די קאָנסטרוקטאָרן צו באזייטיקן דעם גרעסטן פעלער פון די איצטיקע עראָפּלאנען, דאָס וואָס זיי נויטיקן זיך

-; א גרויסן פרייען שטח, אום זיך פאנאנדערצופאָרן ביים אָפּרייסן זיך פון דער ערד. ווען נישט דער פעלער, וועלכער מאכט אזוי שווער יעדער אויפשטייג פון אעראָפּלאן און יעדער אראָפּלאָזן זיך אויף דער ערד, וואָלט די לופט-קאָמוניקאציע נישט געווען אזוי ריזיקאַליש און אזוי טייער. מען האָט אויסגעטראכט אלערהאנט „העליקאָפּטערן" אָדער ווינט-מיל-אעראָפּלאנען, וועלכע זאָלן האָבן די פעיקייט זיך אויפצוהויבן דירעקט אין דער לופטן און דאָסגלייכן זיך אראָפּצולאָזן אויף א באליבינקן פּלאַץ. אויב די ביזאהעריקע קאָנסטרוקציעס האָבן זיך דערווייל נישט איינגעגעבן, קען דער געוונשענער דערפאָלג פּאָרט קומען אין דער נאָענטסטער צייט. בכלל אנטהאלט נאָך די לופט-פליערײ אפילו נישט אנטוויקלטע מעגלעכקייטן און ווער ווייסט, וואָס פאר א גומט איז נאָך אונז באַשערט צו דערלעבן פון דער אוויאציע.

XII

קינא, בילדער-טעלעגראף, טעלעוויזיע

די טעכניק פון קינא. — דער יחוס-בריוו פון קינא. — קינא אין דער וויסנשאפט. — קינא מיט קאלירן און ריידעוודיקער קינא. — אייגנטלעכער בילדער-טעלעגראף. — פארבעסערטער בילדערטעלעגראף. — קינא אויף דער ווייטנס און טעלעוויזיע

I

לויט אונזער שטייגער אין דעם בוך וואלטן מיר די באשרייבונג פון קינא באדארפט אנהויבן פון א היסטארישן איבערבליק. פון וואנען שטאמט דער קינא? דורך וואס פאר א טעכנישע אויפטוען איז ער געקומען צו זיין איצטיקער אויסערגעוויינלעכער פארשפרייטונג? יעדער איינער באזוכט איצט א קינא, און יעדן איינעם מעג אינטערעסירן די געשטעלטע פראגע. אבער די געשיכטע פון קינא וועט נישט זיין פארשטענדלעך פאר דעם, וועלכער ווייס נישט וואס טוט זיך אין דעם קינא-אפאראט, בכן וועלן מיר דאס מאל מאכן אן אויסנאם און וועלן אנהויבן פון רעכטן מיטן, פון דעם אפאראט.

א קינא-אפאראט באשטייט פון צוויי טיילן: פון דעם מעכאניזם, וועלכער באוועגט דעם אזוי גערופענעם פילם, און פון א כשוף-לאנטערנע.

אויב איר ווייסט נישט, וואס איז עס א כשוף-לאנטערנע, טא זייט זיך מטריח און קומט אריין אין א קינא אביסל פריער פארן אנהויב פון דער פארשטעלונג. עס איז איצט א מאדע אין אלע קינאס, אז צווערשט ווייזט מען אויף דעם עקראן רעקלאמעס. אין זאל איז פינסטער, ווי בעת דער פארשטעלונג. פון דעם געהיימניספולן פענסטערל אויבן דארט הינטער די פלייצעס שיינט ארויס א לויכטנדיקער זייל, ער ווערט אלץ ברייטער, ביז וואנען ער דערגייט צו דער ווייסער וואנט (און דאס איז דער

עקראן) און שיינט דאָרטן אויף מיט א רעקלאַמע. א סעקונדע אָדער אזוי א ווײַלע שטייט פאַר אײַערע אויגן די רעקלאַמע, דערנאָך גיט זי זיך האַסטיק ארויס אָן א זײַט און אײַנציייטיק אָדער אין א מאָמענט שפּע- טער דערזעט איר א נײַע רעקלאַמע. און אזוי ווײַטער. איבעריקנס איז נישט נויטיק צו זײַן דאָס זען דווקא אין א קינאָ. איר קאָנט באַזוכן א פאַרלעזונג מיט ליכט-בילדער, זיי וועלן אײַך באַווײַזן ווערן מיט דער הילף פון הערזעלביקער כשוף-לאַנטערנע, ווי די אַקאָרשט דערמאָנטע רע- קלאַמעס.

די לאַנטערנע באַשטייט פון א שטאַרקן עלעקטרישן לאָמפּ (עס מעג זײַן אויך נישט קיין עלעקטרישער, אבי א שטאַרקער) און דער לאָמפּ איז באַזאָרגט מיט אזא גלאָז, וואָס זאַמלט צונויף אַלע שטראַלן אויף איין קליינעם אָרט, ווו עס איז באַפעסטיקט א פּוסטע ראַמעלע, אין דער ראַמעלע שטעלט מען אַרײַן א דורכזיכטיקע גלעזערנע פּלאַטע, אויף וועלכער עס איז אָפּגעפאָטאָגראַפירט אָדער אויסגעמאָלט דאָס געוווּנשענע בילד, און נאָך דעם ראַמעלע קומט אזא קאָמבינאַציע פון געשליפענע גלע- זער, וואָס וואַרפן אָפּ דאָס פאַרגרעסערטע בילד אויפן עקראַן. די גלע- זער ווערן אזוי קאָמבינירט, אז בײַם פאַרגרעסערן דאָס בילד זאָלן אַלע דעטאַלן זײַנע גלײַכמעסיק אויפלײַכטן און אז די גאַנצע ליכטיקייט פון דעם לאָמפּ זאָל פאַרנוצט ווערן אויף באַלײַכטן דאָס בילד און זאָל נישט אַרײַנדרינגען אין פינסטערן זאַל.

ווי איר זעט, איז די כשוף-לאַנטערנע א פאַרהעלטניסמעסיק אײַנ- פאַכע זאַך, קיין כשוף איז אין איר נישטאָ און אפילו דער נאָמען כשוף- לאַנטערנע גייט שוין איצט ארויס פון געברויך. מען האָט אים פאַרביטן מיט דעם פּראָזאַאישן וויסנשאַפטלעכן וואָרט: פּראָיעציר-אַפּאַראַט. דער אַפּאַראַט נעמט אויף דאָס בילד פון דער דורכזיכטיקער גלעזערנער פּלאַ- טע און פּראָיעצירט אים, ד. ה. וואַרפט אים אָפּ אויף די ווײַסע וואַנט, אויף דעם עקראַן.

דער פּראָיעציר-אַפּאַראַט איז נישט אימשטאַנד אַרײַנצובריינגען לעבן, קיין באַוועגונג אין זײַנע בילדער. אומבאַוועגלעך שטייט דאָס גלעזל אין אַפּאַראַט און אומבאַוועגלעך שײַנט פאַר אײַך דאָס בילד. מען האָט ארויסגענומען דאָס גלעזל און אויסגעשטעלט אַנשטאָט אים אַן אַנדערס און ווי פלינק מען זאָל דאָס נישט האָבן געמאַכט, וועט איר באַמערקן דעם בײַט, דער אײַנדרוק פון צווייטן בילד וועט זיך נישט צונויפגיסן מיטן אײַנדרוק פון ערשטן.

ווי וועט אָבער זײַן, ווען די בילדער וועלן זיך בײַטן אויפן עקראַן מיט א גאָר גרויסער געשווינדקייט, אויב עס וועלן זיך באַווײַזן, לאָמיר

זאַגן, 15 פאַרשיידענע בילדער אין א סעקונדע? דעמאָלט קאָנען זיך די בילדער אויג צונויפגיסן אין איין בילד, וואָרום אונזער אויג פאַר־ כ... ..לטענע איינגעשאפט זען דעמאָלט נאָך ווען דאָס אייגנטלעכע בילד איז שוין פאַרשוואונדן.

שטעלט זיך פאָר, אז איר געפינט זיך אין א פינסטערן צימער און מען האָט דאָרט פאַר אייך באַלויכטן א געגנשטאַנד אויף א קורצינקע ווײַלע, אויף איין הונדערטסטל סעקונדע. דאָס אויג וועט דעמאָלט דער־ זען דעם געגנשטאַנד סיי אין מאָמענט פון באַלייכטונג סיי אין א קור־ צע ווײַלע, ארום א צענטל סעקונדע נאָך דעם ווי די באַלייכטונג איז געוואָרן אויסגעלאָשן. אנדערש גערעדט, אונזער אויג באַזיצט א טייערע איינגעשאַפט איינצוהאַלטן אין זיך אויף א קורצע ווײַלע איינדרוקן נאָכדעם, ווי דערווירקלעכער געגנשטאַנד איז אנטרונען געוואָרן פון אונזערע אויגן.

שטעלט זיך איצט פאָר פאָלגנדיקעס: א פאָטאָגראַף האָט אראָפּ־ גענומען פון א לעבעדיקע סצענע 15 בילדער אין א סעקונדע, האָט פון זיי אויסגעפּאַרטיקט 15 פאַרשיידענע פאָטאָגראַפיעס און ווייזט זיי אונז אין א פּראָיעציר־אפּאַראַט (כשוף־לאַנטערנע) מיט אזא געשווינדקייט אז אין פאַרלויף פון איין סעקונדע שטעלט ער אריין אין אפּאַראַט אלע 15 פאָטאָגראַפיעס איינע נאָך דער אנדערער. וואָס וועט דעמאָלט גע־ שען אויפן עקראַן? צי וועלן זיך די 15 ליכט־בילדער צונויפגיסן פאַר אונז אין א געטרייע קאָפּיע פון דער סצענע, וועלכע האָט זיך אין דער ווירקלעכקייט אָפּגעשפּילט אין פאַרלויף פון דער פאָטאָגראַפירטער סע־ קונדע, אָדער ניין? די בילדער קענען זיך צונויפגיסן ביי אונז אין די אויגן צו אזא לעבעדיקער קאָפּיע, וואָרום אונזער אויג וועט איינהאַלטן יעדער פאָטאָגראַפיע דעמאָלט נאָך, ווען אויפן עקראַן וועט זיך האָבן באַוויזן די פאָלגנדיקע פאָטאָגראַפיע. אָבער אַנשטאָט א לעבעדיק בילד וועלן מיר אויפן עקראַן דערזען נישט מער ווי א משמאַש. דאָס לע־ בעדיקע בילד האָט זיך נישט באַקומען, מחמת דעם וואָס מיר האָבן גע־ זען ווי די פאָטאָגראַפישע בילדער ווערן געשווינד איבערגערוקט פון פאַרבינדן איינס מיטן צווייטן. ווען נישט דער חסרון וואָלטן זיך די 15 בילדער יאָ צונויפגעגאָסן אין אונזער אויג און מיר וואָלטן דערזען א לעבעדיקע פאָטאָגראַפיע.

דער עיקר פון קינעמאַטאָגראַף באַשטייט טאַקע דערין, וואָס אין איס איז באַזייטיקט דער אָקאָרשט אָנגעוויזענער חסרון. דאָס ווערט דערגרייכט מיט דער הילף פון דעם ספּעציעלן מעכאַניזם אויף צו באַ־ וועגן דעם פילם. מען זאָגט געוויינלעך, אז דער פילם ווערט געדרייט

אין קינעמאטאגראף, און ווען איר וועט אריינקוקן אין יענע פארמאכטע קעמערל ווו עס זיצט דער קינאמעכאניקער און איר וועט איבערפלעכלעך א קוק טאן אויפן קינא-אפאראט, וועט איר ווירקלעך דערזען א דרייאונג. עס דרייט זיך איין ראלקע, עס ווערט פון איר אראפגעוויקלט דער פילם, ער גייט דורך פארביי די געשליפענע גלעזער און וויקלט זיך אן אויף א צווייטע ראלקע, וועלכע דרייט זיך אויך. נאר איר האט געהאט בשעת מעשה א גרויסן טעות. איר זייט נישט שולדיק דערין. צוליב דער גרויסער געשווינדקייט און דער בלענדנדער ליכטיקייט אינעווייניק אין קינא-אפאראט האט איר נישט געקאנט זען ווי אזוי דער פילם באוועגט זיך אינעווייניק אין אפאראט. דער גאנצער סוד פון דעם קינעמאטאגראף בשטייט דערין, וואס דער פילם הערט זיך אויף צו דרייען ווען ער קומט אריין אין אפאראט און אנשטאט דעם ווערט ער דארטן גערוקט, געשטויסן. דער אינעווייניקסטער מעכאניזם איז געמאכט אזוי, אז יעטוועדער בילדל פון דעם פילם שטייט א קורצע ווײַלע אומבאוועגלעך אין דער באליכטענער רעמעלע דערנאך באקומט ער א האסטיקן רוק, עס שטעלט זיך אוועק א צווייט בילדל, שטייט א קורצע ווײַלע אומבאוועגלעך, באקומט זיין רוק א. א. וו. דער מעכאניזם איז דערבײַ אזוי געבויט, אז אין דעם מאמענט פון איבעררוקן די בילדלעך ווערט די גלאז פארשטעלט דורך א שווארץ בלאט און לאזט נישט דורך קיין שום ליכטיקייט. אט דערין באשטייט דער עכטער אונטערשייד פון קינעמאטאגראף אקעגן א כשוף-לאטערנע. דער קינעמאטאגראף פארשטעלט אונז באוועגונג פון די בילדלעך און אזוי ארום גיט ער דעם אויג א מעגלעכקייט אויסצונוצן די אייגנשאפט פון זען דאס שוין נישט עקזיסטירנדע. די גיך באוועגטע בילדלעך, וועלכע קאנען זיך צונויפגיסן אין אויג אין איין כסדרדיק לעבעדיק בילד, טוען עס טאקע, זיי גיסן זיך טאקע צונויף. די מאמענטן פון פינסטערניש, ווען דאס שווארצע בלאט לעשט אויס דאס ליכטיקייט פון דעם קינא-לאמפ, דויערן אזוי ווינציק, א הונדערטסטל פון א סעקונדע אדער נאך ווייניקער, אז מיר מערקן עס נישט. עס שאפט זיך בלויז דאס אלעמען באקאנטע פינקלען אויף דעם עקראן, עס שאפט זיך דער ספעציעלער קינא-איינדרוק, נאר דאס שטערט זייער ווייניק בפרט, ווען דער אפאראט איז גוט געבויט, ארבעט גענוי ווי דער בעסטער זייגער און פארמאגט געוויסע פארפולקאמונגען פון זיין מעכאניזם.

ווען איז דאס אלץ גערעדט, ווען די פאטאגראפישע בילדער אויפן פילם זענען אראפגענומען פון א לעבעדיקער סצענע מיט א פאטאגראפישן אפאראט, וועלכער איז ספעציעל צוגעפאסט צו א קינא. דאס איז

א פאָטאָגראַפישער אפּאַראַט, אין וועלכן עס איז איינגעבויט גענוי אזא מעכאַניזם, ווי אין א קינאָ-אפּאַראַט. אַנשטאָט א פאָטאָגראַפישער פּלאַטע געפינט זיך אין אים א נישט געניצטער פילם מיט א פאָטאָגראַפיש שפּירעוודיקער שיכט. דער פילם איז איינגעטיילט אין קעסטלעך, איטלעך קעסטעלע פאַר איין פאָטאָגראַפיש בילדל און דער דאָזיקער פילם ווערט אין דעם אפּאַראַט געדרוקט און געשטויסן ווי אין דעם קינעמאַטאָגראַף. אויף א קורצע ווײַלע בלײַבט א קעסטעלע פון פילם שטיין פאַרן אָפענעם פאָטאָגראַפישן אפּאַראַט, עס ווערט אָפּגעפאָטאָגראַפירט א בילדל, אויף א מאָמענט פאַרמאַכט זיך דער אפּאַראַט און אין דעם זעלביקן מאָמענט רוקט זיך אראָפּ דער פילם מיט דעם אָפּגעפאָטאָגראַפירטן קעסטעלע און זײַן אָרט פאַרנעמט אין דעם ווידער אָפענעם אפּאַראַט א נײַע קעסטעלע, עס באַקומט זיך א צווייטע פאָטאָגראַפיע א. אז. וו.

אזוי גייט עס ביז וואַנען דער קינאָ-מעכאַניקער דרייט די הענטל פון זײַן אפּאַראַט. ארום 15 פאָטאָגראַפיעס אין א סעקונדע ווערט אראָפּגעכאַפּט מיט דעם אפּאַראַט. שפּעטער ווערן די טויזנטער בילדלעך אָפּגעדרוקט אויף דעם פילם פאַרן קינאָ, און מיר קוויקן זיך מיט די לעבעדיקע בילדער און סצענעס. די בילדלעך זײַנען קליינע, זיי האָלטן 18 מילימעטער די הייך 24 אין דער ברייט, איין בילדל איז אָפּגעטיילט פון דעם צווייטן מיט א שמאָלינקן פּאַס פון 1 מילימעטער, און אזוי ארום שטעלן זיך אויס אויף איין פילם זייער א סך בילדלעך.

דער קינאָ-אפּאַראַט קען ווערן אַנגעשטעלט דירעקט אויף א סצענע פון דער ווירקלעכקייט. מען קען ספּעציעל פאַרן קינאָ-אפּאַראַט אינסצענירן פאַרשטעלונגען, און אלדאָס קאָנציקסטע, וואָס עס פאַרמאָגט די מאָדערנע טעאַטראַלישע טעכניק בלײַבט הינטערשטעליק אקעגן דער קונסט פון קינאָ. די טעכניק פון דער קינאָ-סצענע איז ענג פאַרבונדן מיט דער קונסט פון קינאָ-דראַמע און מיר וועלן דאָ וועגן איר נישט ריידן. מיר וועלן אַנשטאָט דעם אדורכבלעטערן דעם יחוס-בריוו פון קינאָ.

ז

אויף דעם קינאָ קען מען זאָגן דאָס זעלביקע, וואָס אויף זײַן יונגערן ברודער דעם ראַדיאָ — זיי שטאַמען ביידע פון גרויסן יחוס, פון רײַנער וויסנשאַפטלעכער פאָרשונג. עס איז באַוווּסט, ווי אזוי דער ראַדיאָ איז אויסגעוואַקסן פון היינריך הערץ עקספּערימענטן, מיט וועלכע ער האָט זיך אָפּגעגעבן אום צו אַנטשיידן די ריין טעאָרעטישע פראַגע וועגן דעם עיקר פון עלעקטריע. (מיר באַהאַנדלען עס אין קומענדיקן

קאפיטל). אין ענלעכן אָפּשטאַם האָט דער קינאָ. מיט א הונדערט יאָר צוריק האָבן געלערנטע געטומלט פאַרשן די איינדרוקן וואָס אונדזער אויג באַקומט ביי פאַרשידענע קאָמבינאַציעס פון באַוועגלעכע און אומבאַוועגלעכע געגנשטאַנדן.

ווי עס שיינט איז דער ענגלענדער ראָזשעט געווען דער ערשטער, וואָס האָט פאַרעפנטלעכט א וויסנשאַפטלעכע אָפּהאַנדלונג וועגן דעם. אין יאָר 1825 האָט ער אָפּגעדרוקט א פאָרשונג וועגן דעם, וואָס באַקומען מיר צו זען, ווען מיר קוקן דורך א געדיכטן פּאַרקאַן אויף א באַוועגטן ראָד. ווען דער פּאַרקאַן איז גענוג געדיכט דוכט זיך אונז, אז דער ראָד איז געבויט נישט פון גראָדע שטעקלעך, נאָר פון אויסגעקרימטע. ראָזשעט האָט דאָס גענוי אויסגעפאָרשט און האָט געגעבן די ריכטיקע דערקלערונג פון דער דערשיינונג. דער פּאַרקאַן פאַרשטעלט פאַר אונדז די ווירקלעכע באַוועגונג פון ראָד, מיר זעען בלויז שטיקלעך פון דער באַוועגונג, אָבער א דאַנק דער פייאיקייט פון אונדזער אויג צו באַהאַלטן אויף א קורצע ווײַלע דאָס בילד פון פאַרשוווּנדענעם געגנשטאַנד, גיסן זיך צונויף אין אויג די איינצעלנע איינדרוקן און עס באַקומט זיך א פאַרקריפּלטע פאַרשטעלונג פון דעם ראָד.

עס פאַרשטייט זיך, אז נישט דער אויסגעקרימטער ראָד איז דאָ געווען אינטערעסאַנט, וויכטיק איז געווען דער פאַקט, אז ביי געוויסע קאָמבינאַציעס מיט באַוועגונגען קען אונדזער אויג זען די ווירקלעכקייט אַנדערש, ווי זי איז.

שפּעטערדיקע געלערנטע האָבן ווייטער געפאָרשט די דערשיינונג. זיי זיינען אינגאַנצן נישט אויסן געווען צו שאַפן דאָס, וואָס מיר רופן איצט קינעמאַטאָגראַף. די הויפּט-אויפגאַבע זייערע איז געווען גאָר אַן אַנדערע.

דער קינעמאַטאָגראַף, ווי מיר האָבן אָקאָרשט געזען, איז געבויט דערויף וואָס מען ווייזט אונדז נאָכאַנאַנד א מאַסע מאָמענטאַלע פאָטאָגראַפיעס, וואָס יעדערע פאַר זיך איז אומבאַוועגלעך און א דאַנק דעם געשווינדן בייטן פון די פאָטאָגראַפיעס גיסן זיי זיך צונויף ביי אונדז אין אויג און שאַפן אונדז א אילוזיע פון עפּעס לעבעדיקס, באַוועגטעס.

די דערמאָנטע געלערנטע זיינען מייסטן אויסן געווען אַן אַנדער זאַך. אין דער נאַטור קומט פאָר אין געוויסע פאַלן געשווינדע באַוועגונגען, אַזוינע געשווינדע, אַז מען קאָן ניט באַווייזן אויפצונעמען אַלע דעטאַלן פון דער באַוועגונג. עס קלינגט, למשל, א סטרונע, מיר זעען, אַז זי באַוועגט זיך, אָבער ווי זעט אויס די באַוועגונג? דאָס קאָנען מיר נישט זען, דאָס קומט פאָר צו גיך פאַר אונדז. האָבן די געלערנ-

טע געשאַפן אַפּאַראַטן, וועלכע האָבן דורך פאַרשיידענע קאָמבינאַציעס פאַרלאַנגזאַמט פאַר אונז אין חי אויגן דיווירקלעכקייט. עס האָט זיך שטענדיק געהאַנדלט זועגן פאַרשן די אַזוי גערופענע פּעריאָדישע באַוועגונגען, ד. ה. באַוועגונגען, וועלכע חזרן זיך איבער אַ סך מאָל נאָכאַנאַנד ווי, למשל, די שאָקלונגען פון אַן אומרו. אין דעם אַפּאַראַט פלעגט דורך לינציקע קאָמבינאַציעס, אַזוי צו זאָגן, פאַרגליווערט ווערן יעדער איינצלנער מאָמענט פון דער באַוועגונג, און די געלערנטע האָבן אים דעמאָלט געקאָנט רויק אָנקוקן און פאָרשן.

דורך גענויע באַרעכענונגען פלעגן זיי דערביי אויסדרינגען, ווי באַציט זיך דאָס, וואָס זיי האָבן געזען, צו דעם, וואָס ס'איז פאָרגעקומען אין דער ווירקלעכקייט. קורץ געזעדט, זיי פלעגן פאַנאַנדערלייגן לעבעדיקע באַוועגונגען, אַנאַליזירן זיי.

אין פאַרלויף פון די פאָרשונגען פלעגט זיי אויסקומען צו אַנטשיידן אויך פראַגן פון דעם פאַרקערטן אָרט, ווי אַזוי איינצעלנע בולדער ווערן צונויפגעגאָסן ביי אונז אין אויג, ווי אַזוי דערזעען מיר אַ באַוועגונג דאָרט, וווּ עס איז פאַראַן לויטער אומבאַוועגלעכעס. ווי אַ הילףמיטל צו די פאָרשונגען איז זיי אויסגעקומען צו באַשאַפן אַפּאַראַטן אויך אויף צו קאָמבינירן בילדער און באַוועגונגען, און פאַרבייגייענדיק, אַזוי צו זאָגן, האָבן זיי אויסגעפונען די לעבעדיקע פאָטאָגראַפיע. דאָס איז געווען אין די 1830 יאָרן. איינער אַ בעלגישער פּראָפעסאָר פּלאַטאָ, וועלכער האָט געהערט צו די דערמאָנטע פאָרשער, האָט צוגעטראַכט אַזאַ מין אַפּאַראַטל. אַ דורכזיכטיקע רונדע פּלאַטע איז געווען איינגעטיילט אין 16 טיילן און אין יעדער פון די 16 אויסשניטן זיינען געווען אויסגעמאָלט נאָכאַנאַנדיקע פּאָזעס פון אַ לעבעדיקע באַשעפעניש אין באַוועגונג, למשל, פון אַ שפּרינגנדיקן פערד. די פּלאַטע האָט זיך געדרייט אַרום אַן אַקס און אויף דערזעלביקער אַקס האָט זיך געדרייט אַ רונדער טאָוועל פון דערזעלביקער גרייס מיט אין אים אויסגעשניטענע שכיאָלע שפּאַלטן. ווען ביידע פּלאַטעס פלעגן זיך אויף אַ געוויסן אופן געשווינד באַוועגן און מען האָט געקוקט דורך אַ שפּאַלט האָט מען געזען פאַר זיך ממש אַ לעבעדיקן שפּרונג פון אַ פערד. דער אַפּאַראַטל איז געווען געמאַכט אַזוי, אַז אין שפּאַלט פלעגן זיך אוועקשטעלן נאָכאַנאַנד די 16 בילדער און דערביי איז דאָס איבעררוקן פון די בילדער געווען פאַרשטעלט, פאַרדעקט מיט דעם נישט דורכזיכטיקן ראָד. אַזוי אַרום פלעגן זיך די 16 בילדער צונויפגיסן אין אויג און שאַפן דעם איינדרוק פון איין לעבעדיק בילד. ביידע גרונט-געדאַנקען פון דעם איצטיקן קינעמאַטאָגראַף זיינען פאַרווירקלעכט אין פּלאַטאָס אַפּאַראַטל: דער ניבער

איבערבייט פון בילדער און דאָס פאַרדעקן, פאַרבאַהאַלטן דעם מאָמענט פון איבערבייט. דוכט זיך, אָט האָט איר אים, א פאַרטיקן, דעם קינאָ. עס איז פאַראַן א ידיעה, אַז אין די 1858 יאָרן האָט טאַקע איינער אין דער שטאָט ווין געוויזן פאַרן פּובליקום לעבעדיקע בילדער מיט דער הילף פון אַן ענלעכן אַפּאַראַט. נאָר דאָס איז געווען א פאַראיינצלטער פאַל און דעם קינעמאַטאָגראַף איז באַשערט געווען צו בלייבן שטעקן נאָך עטלעכע צענדליק יאָר אין פּלאַטאָס זרעגעלע.

אין אַזאַ קליינעם אַפּאַראַטל, ווי דער נאָר וואָס באַשריבענער, האָט מען געקאָנט יוצא זיין מיט בילדער געמאָלטע פון דער האַנט. אום צו קאָפּירן בילדער פון לעבן איז נישט געווען קיין אַנדער מיטל ווי פאָטאָגראַפיע. איז אָבער די פאָטאָגראַפיע נאָך היפּשע עטלעכע צענדליק יאָר געווען שוואַך אַנטוויקלט און נישט דערוואַקסן צו א קינעמאַטאָגראַף. די פאָטאָגראַפישע פּלאַטעס זענען געווען שוואַך שפּירעוודיק און האָבן זיך גענויטיקט אין א לענגערער צייט אויף אויפצונעמען א בילד. די פאָטאָגראַפישע אַפּאַראַטן גופא פלעגן נאָך פאַרשלינגען א סך ליכטיקייט און דעריבער האָבן זיי אויך נישט געקאָנט מאַכן מאָמענטאַלע פאָטאָגראַפיעס. ערשט שפּעטער האָט די פאָטאָגראַפישע קונסט דערגרייכט צו דער שטופע, אַז עס זיינען מעגלעך געוואָרן אויפנאַמעס צו עטלעכע צענדליק אין א סעקונדע. אויפגעטון האָבן עס ווידער מענטשן, וועלכע האָבן געהאַט דערביי א ריין וויסנשאַפטלעכן אינטערעס. דאָס זיינען געווען אייניקע נאַטור-פאָרשער, וועלכע האָב זיך אָפּגעגעבן מיט שטודירן אַזוינע זאַכן ווי דאָס פליען פון פייגלען, דעם גאַנג פון א מענטשן, די ראַשע באַוועגונג פון אַנדערע בעלי-חיים, און צו דעם צוועק האָבן זיי פאַרפולקומט די מאָמענטאַלע פאָטאָגראַפיע. אַלץ איז שוין געווען גרייט פאַרן קינעמאַטאָגראַף און אין די 1890-קער יאָרן האָט מען זיך דערהויבן אויפן לעצטן שטאַפּל, — מען האָט ביינעקומען די טעכנישע שוועריקייט פון אויפבויען דעם פּאַסיקן אַפּאַראַט. צוערשט האָט דער באַרימטער עדיסאָן אַרויסגעפונען דעם קינעמאַטאָגראַף פאַר אַן איינצל-פּערזאָן. א פילם 10 מעטער די לענג מיט אַרום 1500 פאָטאָגראַפישע בילדלעך האָט זיך געשווינד געדרייט אין א ספּעציעל באַלויכטענעם קעסטל און דער צושויער האָט געקוקט דורך א עפענונג און האָט געזען א לעבעדיק בילד. נישט מער ווי א קנאַפּע מינוט האָט געדויערט די פאָרשטעלונג אין עדיסאָנס ערשטן אַפּאַראַט. היינט וועט מען א קינד מיט אַזאַ שפּילצייג קוים פאַראינטערעסירן. אָבער מיט 35 יאָר צוריק איז דאָס געווען א קאָלאָסאַלע סענסאַציע פאַר א וועלט דערוואַקסענע.

ענדלעך דער קינעמאטאגראף אין זיין איצטיקער געשטאלט האט דער־זען די ליכטיקע וועלט אין יאר 1895 ביי די ברידער אגיוסט און לואי ליו־מיער אין פאריז. דעם 13 פעברואר 1895 יאר האבן זיי ארויסגענומען דעם ערשטן פאטענט אויף זייער דערפינדונג, דעם 22 מערץ 1895 האבן זיי עפנטלעך דעמאנסטרירט דעם ערשטן פילם — א קליינע סצענקע, ווי אזוי ארבעטער גייען ארויס פון זייער ווארשטאט. אט דאס איז געווען דער אנפאנג פון קינא. אין פארלויף פון די 30 יאר זינט יענער דאטע איז דער דעמאלטיקער אפאראט פארבעסערט געווארן אין א מאסע טעכ־נישע דעטאלן, דער גרונט־געדאנק זיינער האט זיך דאקעגן נישט געביטן. עס זענען געמאכט געווארן פיל פרווון צו באזייטיקן דעם וויכטיקן חסרון פון דעם קינא־אפאראט, — דאס פינקלען פון די בילדער אויפן עקראן. ווי מיר האבן דערקלערט נעמט עס זיך דערפון, וואס דער עקראן ווערט עטלעכע צענדליק מאל אין א סעקונדע פארטונקלט, אויסגעלאשן. מען האט פארגעלייגט זייער א סך פראיעקטן פון גאר אנדערש געבויטע קינא־אפאראטן, ווו דער עקראן זאל שטענדיק זיין באלויכטן און די קאמבינאציעס מיטן איבערדרוקן די בילדער זאלן פארמאסקירט ווערן אנ־דערש ווי איצטער. פון די אלע פלענער איז דערוויייל גאר נישט געווארן. נישט וויניק זענען פארגעלייגט געווארן פראיעקטן צו באשענקען די לע־בעדיקע פאטאגראפיעס מיט א שטים, צוצופאסן צום קינא א מין פאר־בעסערטן גראמאפאן און שפעטער דעם ראדיא. דערוויייל איז עס נאך אויך נישט פארווירקלעכט אין א ברייטערן מאסשטאב, און דער קינא בלייבט אייגנטלעך באשטיין, ווי עס האבן אים געשאפן די ברידער ליו־מיער.

ווען די ברידער ליומיער האבן ארויסגעלאזט אויפן מארק די ערשטע קינא־אפאראטן מיט די פילמען, האבן זיי געהאט נאך איין חסרון, די דורכזיכטיקע פילמען האט מען פאבריצירט פון צעלולאאיד, און דער בעמישער באשטאנד פון דעם דאזיקן שטאף איז דעמאלט געווען זייער ענלעך צו אן אויפרייס־מאטעריאל. דער קינא־מעכאניקער מיט זיין לאמפ האט געהאלטן אין די הענט דעם פילם און איז קיין מאל נישט געווען זיכער פון אן אויפרייס. האט חי טעכניק ארויסגעפונען, ספעציעל פאר די קינעמאטאגראפן, אן אנדער סארט צעלולאאיד, וועלכער האט בא־זייטיקט די אקארשט אנגעוויזענע סכנה. איצט קאן א קינעמאטאגרא־פישער פילם אויך פארברענט ווערן פון א פונק נאר קיין אויפרייסן קו־מען נישט פאר דערביי און קיינער ריזיקירט נישט מיטן לעבן.

קורץ געזעדט דער לעבעדיקער און לוסטיקער קינא, דער פריילעכער און אויסגעלאסענער, איז געבוירן געווארן פון דעם קוואל פון ריינער וויסנ־

שאפט, אָבער עס איז א טעות צו מיינען, אז דער קינאָ האָט פארגעסן אָן זיין אָפּשטאם און פארשוועכט זיין יחוס. אדרבא, ער איז געוואָרן א פיינער ווערקצייג אין די הענט פון די וויסנשאַפט-לייט און ברענגט זייער א סך נוצן סיי דער וויסנשאפטלעכער פאָרשונג, סיי דער פאַר-ברייטונג פון קענטשאפטן.

די דערציערישע באדייטונג פון קינאָ איז אזוי פערשטענדלעך, אז עס איז איבעריק צו רעדן וועגן דעם. דאקעגן איז נאָך ווייניק באקאנט די פיל-געשטאלטיקע אויסנוצונג פון קינאָ אין דער וויסנשאפט.

געשיכטע און געאָגראפיע באקומען פון קינאָ טאָג-איין טאָג-אויס ווירטיקע מתנות. עס ווערן אויסגעפארטיקט פילמען ביי יעדער וויכ-טיקער געשעעניש פון טאָג און פארן קומענדיקן היסטאָריקער וועט עס זיין א גאנצער אוצר, ער וועט זיך אויף דעם פילם-מאטעריאל פאר-לאָזן מערער ווי אויף די באריכטן פון די ציי‍טונגס-שרייבער. די געאָ-גראפן האָבן שוין היינט א קאָלאָסאלן נוצן פון דעם קינאָ. אזוינע פיל-מען ווי פון שעקלטאנס עקספעדיציע צום דרום-פאָלוס, אָדער פון אמונד-סענס רייזע צום צפון-פאָליוס, אָדער פון דער עקספעדיציע אין די הי-מאַלאַיען, צום בארג עווערעסט, — וואָס זענען אקעגן זיי אלע רייזע-באשרייבונגען.

די נאטורוויסנשאפטן געפינען זיך טישט אין אזא גליקלעכער לאגע. אז דער קינאָ זאָל פאר זיי ארבעטן אומזיסט זיי מוזן ספּעציעל אָרגאַ-ניזירן באאָבאכטונגען מיט דער הילף פון קינאָ, זיי מוזן אים איינשפּאַ-נען אין דער ארבעט, זיי קומט אוים צו שאפן טיפּן פון באזונדערע קינאָ-אפּאראטן. נאָר די מי איז ווערט, און מיט קליינע הוצאות ווערן דער-גרייכט היפּשע רעזולטאטן.

פריער פאר אלץ איז דער קינאָ אויסגענוצט געוואָרן צו דער גע-נויער פאָרשונג פון אויסערסט פּאמעלעכע באוועגונגען. עס וואקסט א גע-וויקס, עס בליט אויף א בלום, א פעלד ווערט פארזייט און גיט ארוים פון זיך מיט מאָנאטן שפּעטער א גערעטעניש. ווער קאָן דאָס נאָכפאָלגן, ווער קען גענוי פארצייכענען די איינצעלנע שטופעס פון דעם פּאמעלעכן וואקסן. דער קינאָ איז יאָ אימשטאנד דאָס אויפצוטאָן. אויפן פעלד אָדער אין גאָרטן שטעלט מען אוועק א קינאָ-אפּאראט, מיט א זייגער-מעכא-ניזם, וועלכער איז אזוי איינרעגולירט, אז איין מאָל, לאָמיר זאָגן — אין א שעה עפנט ער דאָס פענסטערל פון אפּאראט אויף א קורצע רגע און עס ווערט געמאכט א פאָטאָגראפיע. דער אפּאראט ארבעט אויך ביי דער נאכט, א ספּעציעלע איינאָרדנונג באזאָרגט עס, אז בשעתן עפע-נען פון פענסטערל ווערט די געגנט באלויכטן דורך אן עלעקטרישן לאָמפּ.

מאַנאטן לאַנג ארבעט דער אפאראט, שפּעטער ווייזט מען דעם פילם מיט אַ נאָרמאַלער געשווינדקייט, און אויפן עקראַן וואַקסט אויס אַ געוויקס און עס לאָזט זיך פאַנאַנדער אַ בלום אין עטלעכע מינוט צייט. אַן אַנדער ביישפּיל. די באַקטעריעס, וועלכע שפּילן די גרעסטע ראָלע ביים פאַרשפּרייטן קלעפּיקע קראַנקהייטן, מוזן געפאָרשט ווערן אויף דאָס גענויסטע און די באַקטעריאָלאָגן פלעגן אָפּגעבן אַ מאַסע צייט אום נאָכצוקוקן דאָס לעבן פון די באַקטעריעס מיט דער הילף פון מיקראָסקאָפּן. איצט זענען פאַראַן קינאָ-אַפּאַראַטן, וועלכע מען שטעלט צו צום מיקראָסקאָפּ און דער פילם פאַרצייכנט די מיקראָסקאָפּישע בילדער, פאַרשטייט זיך בעסער ווי דער מענטש. אפילו דער אולטרא-מיקראָסקאָפּ, וואָס איז נאָך שטאַרקער פאַר די בעסטע מיקראָסקאָפּן און האָט אויפגעדעקט אַ וועלט פון די גאָר קליינע בעלי-חיים, אפילו ער איז געבראַכט געוואָרן אין פאַרבינדונג מיטן קינאָ, און אַ דאַנק דעם קען מען זען אויפן עקראַן די קאַמפן, וועלכע קומען פאָר אין אַ טראָפּן בלוט צווישן די שרעקלעכע באַקטעריעס און די שוץ-שטאָפן פון מענטשלעכן אָרגאַניזם.

פונקט ווי דער מענטש איז נישט אימשטאַנד אויפצונעמען מיט'ן אויג פאַמעלעכע באַוועגונגען אַזוי קען ער נישט אויפכאַפּן גאָר געשווינדע דערשיינונגען. ווען אַ געשעעניש דויערט אַ קלייניקן טייל פון אַ סעקונדע, זאָגן מיר, אַז דאָס איז פאָרגעקומען מאָמענטאַל, הגם אין דערווירקלעכקייט זענען געווען אַ סך איינצלנע שטופּעס אין דעם דאָזיקן מאָמענטאַלן געשעעניש. האָט מען איצט אויסגעבויט וויסנשאַפטלעכע קינאָ-אַפּאַראַטן, וועלכע מאַכן ביז צו עטלעכע טויזנט פאָטאָגראַפיעס אין אַ סעקונדע און ווידער אַ מאָל האָבן זיי אַנטדעקט פאַר אונז נייע וועלטן. מען האָט באַקומען פילמען פון פליענדיקע אינזעקטן, פון קוילן, וועלכע פליען אַרויס פון אַ ביקס אָדער האַרמאַט. עס זענען פאָטאָגראַפירט געוואָרן די ווירקונג פון קוילן און באָמבעס אויף ביינער און אַנדערע שטאָפן, און מיליטערישע וויסנשאַפט ווי אויך די ביאָלאָגיע האָט געהאַט דערפון אַ גרויסן נוצן.

פאַר דער ביאָלאָגיע איז געווען אַ גרויסער אויפטו, וואָס מען האָט געפונען אַ מעגלעכקייט אַראָפּצולאָזן קינאָ-קאַמערן אונטערן וואַסער און צו פאָטאָגראַפירן דאָס לעבן פון די דאָרטיקע בעלי-חיים אין זייער נאַטירלעכער סביבה. די ביאָלאָגיע און די מעדיצין ציען געמיינזאַם נוצן פון דעם רענטגען-קינעמאַטאָגראַף, אַזוי הייסט אַ קאָמבינאַציע פון אַ קינאָ מיט אַ רענטגענאָגראַפישן אַפּאַראַט, און אַ דאַנק איר קען מען פאָטאָגראַפירן און מען האָט שוין פאָטאָגראַפירט די באַוועגונגען פון די

אינעווייניקסטע אָרגאַנען פון אַ מענטש אָבער בעל-חי, ווי דאָס האַרץ אָדער דער מאָגן.

די טעכניק האָט אויך אויסגענוצט דאָס טייערע ווערקצייג. מיט דער הילף פון דעם געשווינדן קינאָ אַנאַליזירט מען די געשווינדע באַוועגונגען פון מאַשינעס אָדער פון וויכטיקערע באַשטאַנד-טיילן זייערע. אין קאַפּיטל 10, למשל, איז ביי אונז געווען אַ רייד וועגן די קאָמפּליקאַציעס וואָס מאַכן זיך אין דעם גאַז-מאָטאָר, אויב מען זאָל צו שטאַרק צונויפּפּרעסן דעם גאַז-געמיש. אום צו געפינען אַ מיטל אַקעגן די דאָזיקע נישט געוווּנשענע קאָמפּליקאַציעס, האָט מען פריער פאַר אַלץ געמוזט אויף גענוי וויסן, וואָס קומט פאָר אין דעם צילינדער בשעת דער פאַרברענונג פון גאַז. דאָס דויערט אַרום אַ הונדערטסטל סעקונדע און בלויז מיט קינאָ האָט זיך געקענט פאַנאַנדערקלייבן אין דער דערשיינונג. מען האָט אויסגעבויט צילינדערס פון דיקע גלאָז, מען האָט אין זיי פאַרברענט דעם בענזין-גאַז ווי אין אַ גאַז-מאָטאָר און בשעת מעשה געמאַכט אַ קינאָ-פילם פון דעם צילינדער, ערשט דעמאָלט איז מען דערגאַנגען דעם עיקר און מען האָט געקענט זוכן און געפינען די נויטיקע מיטלען אויף צו פאַרבעסערן די אַרבעט פון מאָטאָר אין אויטאָמאָביל.

מיר וועלן פאַרענדיקן מיט נאָך אַ ביישפּיל, וואָס האָט אַ שייכות צו פריער באַהאַנדלטע פראַגן. אין קאַפּיטל 7 האָבן מיר דערציילט די געשיכטע וועגן דער פאַלשער פאַרזואַנדלונג פון קוועקזילבער אין גאָלד. די לעצטע פאָרשונגען אויף אָט דעם געביט זענען געמאַכט געוואָרן מיט דער הילף פון אַ קינאָ-פילם, וועלכער האָט פאַרצייכנט דאָס פאַרהאַלטן זיך פון פאַרשידענע פּראָבעס קוועקזילבער ביי די אויסערסט פיינע כעמישע אַנאַליזן.

מיר וואָלטן געקענט ברענגען נאָך און נאָך ביישפּילן, נאָר ס'איז גענוג. עס איז שוין קלאָר, אַז אויב דער קינאָ זינדיקט אַמאָל אין די הענט פון אונטערנעמער, וועלכע פאַרשפּרייטן דורך אים שונד-פּיעסן, ברענגט ער פון דער אַנדערער זייט אַזוי פיל גוטס פאַר אונז, אַז מיר מעגן און מוזן פאַרגעבן זיינע זינד.

3

דער קינאָ, די לעבעדיקע פאָטאָגראַפיע האָט אייגנטלעך נישט קיין רעכט צו טראָגן אָט דעם לעצטן נאָמען. דאָס איז נישט מער ווי „קינאָ" (דער שורש פון דעם וואָרט שטאַמט פון גריכיש און באַדייט באַוועגונג). און אין פאַרגלייך מיט דער לעבעדיקער ווירקלעכקייט פעלט

אים פאַרב און קלאַנג. דער קינאָ באַזיצט בלויז צוויי פאַרבן שוואַרץ און ווייס און א צוגאָב דערצו איז ער שטום.

אין אַנדער לעזער וועט אפשר חושד זיין דעם פּראָפעסאָר, אַז עס איז קיינמאָל אין קיין קינאָ נישט געווען, וואָרום אין דעם געוויינלעכסטן קינעמאַטאָגראַף פּלאַקערט אויף דער עקראַן אין רויט, ווען עס ווערט פאַרגעשטעלט א שׂרפה, ער גלאַנצט מיט גרין אָדער בלאָ, אויב דאָס פאַרגעשטעלט פאַסט צום לאַנדשאַפט. און ווען עס ווערן פאַרגעשטעלט שאָטן פון האַרמאַטן און ענלעכעס באַווייזן זיך די פאַרבן פון פייער. דערויף ווען מיר ענטפערן: יאָ, עס איז מעגלעך צו באַפאַרבן דעם גאַנצן קינאָ-פילם אין א באַשטימטן קאָליר, עס איז אויך מעגלעך צו באַפאַרבן די איינצלנע בילדלעך מיט דער האַנט מיט פאַרשידענע קאָלירן, אָבער דאָס איז אַלץ נישט קיין נאַטור-געטרייע בילדער אין פאַרבן.

דער קינאָ איז א „לעבעדיקע" פאָטאָגראַפיע, און אַזוי ווי די פאָטאָגראַפישע טעכניק האָט נאָך נישט פולקאָם פאַרענטפערט די פראַגע פון איבערגעבן די נאַטירלעכע קאָלירן, האָט זיך אויך דער קינאָ אָנגעשטויסן דאָ אויף א געוואַלדיקע שוועריקייט. דער געוויינלעכער פילם באַנוגנט זיך מיט שוואַרץ און ווייס אָדער מיט די אָקאָרשט דערמאָנטע עפעקטן פון באַפאַרבונג. נאָר מען וויל נישט בלייבן שטיין אויף דער שטופע, מען וויל דורכאויס שאַפן קינעמאַטאָגראַפישע בילדער אין נאַטירלעכע פאַרבן, און ביז צו א געוויסער מדרגה האָט זיך דאָס איינגעגעבן.

דער שׂכל פון דעם קינאָ אין פאַרבן איז דער־זעלביקער וואָס אין די איצטיקע פאַרביקע אילוסטראַציעס, וועלכע זענען געוואָרן אַזוי ביליק, אַז מען דרוקט זיי אין צייטונגען און זשורנאַלן. אָנשטאָט דעם שוואַרץ אָדער ברוין פון דער געוויינלעכער אילוסטראַציע ווערן אַלץ מער פאַרשפּרייט געדרוקטע בילדער, וועלכע גיבן איבער געטריי און פיין אַלע קאָלירן פון א נעמעל אָדער לעבעדיקער סצענע. עס מאַכט כמעט דעם איינדרוק ווי א קינסטלער וואָלט געמאָלט דאָס בילד מיט זייער א סך פאַרבן. אין דער ווירקלעכקייט האָט די דרוקעריי געהאַט צו טאָן ביים אויספאַרטיקן דאָס בילד נישט מער ווי מיט דריי פאַרבן. מען האָט אויסגעפאַרטיקט דריי דרוק־פּלאַטן, צו איינער פאַר די דריי קאָלירן: געל, רויט און בלוי, און מען האָט געדרוקט אויף איין און דעמזעלביקן בלאַט פּאַפּיר נאָכאַנאַנד יעדערע פון די דריי פּלאַטן מיט דער געהעריקער פאַרב. אויפן גרייטן בילד האָט זיך באַוויזן א גאַנצע פיל־פאַרביקע פּראַכט. וואָס איז דאָס אַזוי? דאָס ליגט אין דער נאַטור פון די קאָלירן ווי זיי ווערן אויפגענומען פון דעם מענטשלעכן אויג. יעדער נאַטירלעכער קאָ-

ליר אנטהאלט אין זיך זיין באזונדערע פראָפּאָרציע פון געל, רויט און
בלוי. קינסטלער און פאכלייט אויף פארבן ווייסן ווי אזוי צונויפ-
שטעלן פון אט די דריי קאָלירן יעדער באליביקע פארב. די אָקאָרשט בא-
שריבענע טעכניק פון דרוקן אילוסטראציעס קומט אויס אָן אזוינע פאכ-
לייט, — די פאָטאָגראפיע באזאָרגט פון זיך אליין אויטאָמאטיש די
צעלייגונג און צונויפבינדונג פון די קאָלירן. עס ווערט געטאָן אזוי: א
בילד ווערט פאָטאָגראפירט דריי מאָל, איטלעך מאָל דורך א באזונדערע
פארביקע גלאָז, א געלע, א רויטע און א בלויע. די פארביקע גלאָז שיידט
אויס פון דעם גאנצן בילד יענע טיילן, וועלכע געהערן צו איר קאָליר און עס
באקומט זיך דריי פאָטאָגראפיעס, פון וועלכע עס ווערן אויסגעפּאַרטיקט
דריי פלאטן צום דרוקן. אויב עס האנדלט זיך וועגן א לעבעדיקער סצענע
ווו יעדער רגע קען ברענגען אן ענדערונג, פאָטאָגראפירט מען גלייכצייַ-
טיק דורך דריי אפאראטן, מיט דריי פארשידענע קאָלירטע גלעזער, און
נאָך דעם דרוקט מען ווי אָקאָרשט באשריבן. אויף דער געדרוקטער אי-
לוסטראציע מישן זיך אויס די דריי קאָלירן און שאפן אזא רייכקייט
פון פארבן-טענער און קאָלירן, אז נאָר א פאכמאן וועט דערקענען אין
דעם בילד דעם אזוי גערופענעם „דריי-פארבן-דרוק".

שטעלט זיך איצט פאָר, אז אַנשטאָט דריי פאָטאָגראפישע אפּאַ-
ראטן וועט איר אוועקשטעלן דריי קינאָ-אפאראטן, באדעקנדיק זייערע
עפענונגען מיט דריי פארביקע גלעזער. עס וועט זיך באקומען א דריי-
פאכער פילם, און אויב איר וועט דערנאָך אדורכלאָזן אזא פילם דורך
א דרייפאכן קינאָ-אפאראט, און איר וועט אויפן וועג פון לאָמפּ אוועק-
שטעלן דריי פארביקע גלעזער, איז אלץ פארטיק! מיר דארפן נאָר ווי
געהעריק צופאסן די קאָלירן, אין אזא פאל מוז מען נעמען א אנדער
קאָמבינאציע פון דריי קאָלירן, מחמת מיר וועלן זען נישט קיין געדרוקט
בילד, נאָר אן אָפּשפּיגלונג פון דורכזיכטיקע פילם-בילדער אויפן עקראן.
דאָס איז גאנץ לייכט צו זאָגן, אָבער גאָר נישט אזוי איינפאך אויסצו-
פירן. ווידער קען אונז די געדרוקטע אילוסטראציע געבן צו פארשטיין
אין וואָס באשטייט דאָ די גרעסטע שוועריקייט. אייך איז זיכער אויס-
געקומען צו האלטן אין האנט אילוסטראציעס, וועלכע זענען געווען עפּעס
נישט דייטלעך, פארשמירט. אזא אויסזען באקומט א פארביקע אילוס-
טראציע אין דעם פאל, ווען די דריי פלאטן האָבן זיך אָפּגעדרוקט נישט
אבסאָליוט גענוי אויף דעם זעלביקן פלאץ. איר האָט זיך שוין מסתמא
אָנגעשטויסן, וואָס דאָס באדייט פאר קינאָ אין פארבן. אויף דעם אָקאָרשט
באשריבענעם אופן קען מען טאקע ווייזן אויפן עקראן בילדער אין נא-
טירלעכע פארבן, אָבער נאָר ביי איין באדינגונג: די בילדער פון די דריי

באשטאנד-טיילן פון דעם פילם מוזן זיך אויפן עקראן פולשטענדיק גענוי דעקן, זיי טאָרן נישט זיין אָפּגערוקט איינע אנטקעגן די אנדערע אפילו אויף א האָר. דאָס פאָדערט קאָמפּליצירטע מעכאניזמען און אזוי ווי דער פילם מוז זיין א דרייפאכער, טרייבט עס אריין און גרויסע סומען. אי־בער אלעם דעם האָט דער באשריבענער קינאָ און פארבן נישט באקומען קיין גרויסע פארשפּרייטונג.

מען האָט געפּרוווט פאראיינפאכן דעם פארביקן פילם אויף פאָלגנדן שטייגער. אַנשטאָט אָנצוקומען צו דריי אפּאראטן האָט מען געפּרוווט אויסקומען מיט איינעם, וועלכער ארבעט פאר דרייען: דער פילם באַוועגט זיך אין אים דריי מאָל אזוי געשווינד ווי און א איינפאכן אפּא־ראט און מיט אזא קונץ, אז אויפן וועג פון די שטראלן שטעלן זיך אוועק אויטאָמאטיש די דריי פארביקע גלעזער איינע נאָך דער אנדערער. די טייל-בילדער פאר די אינצלנע קאָלירן באקומען זיך אלע אויף איין פילם און דאָס קאָסט שוין ביליקער ווי א דרייפאכער פילם מיט דריי אפּאראטן. נאָר פאָרט קאָסט עס טייערער ווי די שווארץ-ווייסע פילמען און עס פארבלייבט נאָך דער חסרון, וואָס אזוינע פארביקע פילמען קען מען דעמאָנסטרירן נישט אנדערש ווי אין ספּעציעלע אפּאראטן. עס האָבן דעריבער נישט געפעלט פּרוּוון צו דערגרייכן דעם ציל גאָר אויף אנדערע וועגן, מען האָט געוואָלט אויסנוצן יענע דערגרייכונגען פון פאָטאָגראפיע, וועלכע גיבן א פארביק בילד אויף איין פּלאטע. טעאָרעטיש זענען די פּרוּוון געווען אויסגעהאלטן, פּראקטיש פלעגט זיך שטענדיק ארויסווייזן די אָדער יענע שוועריקייטן. דער קינאָ-פילם פארן ברייטן עולם, וועל־כער באזוכט די צענדליקער טויזנטער קינאָ-זאלן, איז געבליבן אין די מייסטע פאלן איינפארביק.

איצט ווענדן מיר זיך צו דער שטומקייט פון דעם קינאָ. עס וואָלט געווען פאר יעדן איינעם א צו גרויסע אָנשטרענגונג צו קוקן אָן אויפהער אויפן עקראן ביי פולער שטילקייט. קינאָ-פאָרשטעלונגען באגלייט מען דעריבער מיט מוזיק: פאראן אזעלכע קינאָס וווּ מען באגלייט די בילדער מיט פּאסיקע קלאנגען. מען קומט אָן צו באקאנטע טעאטער-עפעקטן, און ווען דער העלד אויפן עקראן שיסט אויס, הערט זיך א שאָס, ווען גלע־קער קלינגען הערט מען דעם קלונג, ווען עס רוישט דער ים, הערט זיך דער גערויש א. א .וו. קיין גרויסע שיינקייט שטעקט נישט אין אזוינע קונצן און דאָס איז אלץ זייער ווייט פון איבערגעבן די נאטירלעכע קלאַנ־גען פון א לעבעדיקער סצענע. עס דוכט זיך, אז מען קען גאָר איינפאך ארייננעבן שפּראך דעם שטומען קינאָ, — מען דארף אים פאראייניקן מיט א גראמאָפאָן אָדער פּאָנאָגראף. דער פּלאן איז א פּשוטער, די פּראַק־

נישע אויספירונג שטויסט זיך אָן אויף די זעלביקע שוועריקייטן, וואָס
אין דער געשיכטע מיט די פארבן. מען מוז דערגרייכן א פולקום האר־
מאָנישע צופאסונג פון דעם קינאָ־אפאראט צום פאָנאָגראף. די קלאַנ־
גען מוזן זיך הערן מיט אבסאָלוטער גענויקייט דעמאָלט, ווען די ריידנ־
דיקע פערזאָן באווייזט זיך אויפן עקראַן; דער מינדסטער פעלער מוז קאַ־
ליע מאכן דעם גאנצן איינדרוק און אָט דאָס איז געשטאנען אויפן וועג
דער פארווירקלעכונג פון ריידעוודיקן קינאָ. געווען דערביי נאָך אנדערע
שוועריקייטן: למשל, דער קינאָ־אפאראט איז אימשטאנד אויפצונעמען
כצענעס פון דערווייטנס, אקעגן דעם האָט מען אין די גראמאָפאָנען און
פאָנאָגראפן געמוזט אריינריידן פון גאָר נאָנט. דאָס זעלביקע ביי דער
דעמאָנסטראציע. א פילם קען מען ווייזן אין דעם גרעסטן זאל אויב מען
פארמאָגט א גענוג שטארקן לאָמפ. און מיט די קלאנגען פון גראמאָפאָן
איז געווען אפילו ערגער, מען האָט זיי נישט געקענט פארשטארקן נישט
פארדארבנדיק די נאטירלעכקייט און פיינקייט פון דער שטים. איבער
אלעם דעם איז דער קינאָ־פאָנאָגראף געבליבן א פאראיינצלטע דערשיי־
נונג און איז נישט אריינגעדרינגען אין די קינאָ־זאלן.

פריער אָדער שפעטער וואָלט מען די אלע נישט באקוועמלעכקייטן
זיכער ביינעקומען, און דער קינאָ וואָלט אָנגעהויבן צו ריידן. נאָר דאָ האָט
זיך אין מיטן אריינגעמישט דער ראדיאָ. דאָס וואָס עס האָבן נישט גע־
קענט אויפטאָן דער פאָנאָגראף מיט גראמאָפאָן האָט באוויזן דער ראַ־
דיאָ. אין די ראדיאָ־אפאראטן איז די טעכניק דערגאנגען צו א זייער הויַ־
כער קונסט אין איבערגעבן די מענטשלעכע שטים, ווי אויך מוזיק; דער־
פאר האָט זיך געביטען די שטעלונג פון דער פראגע. אַנשטאָט צו באשענ־
קען מיט שפראך דעם שטומען קינאָ, האָט מען גענומען זוכן מיטלען ווי
אזוי צו באגלייטן מיט לעבעדיקע בילדער דעם בלינדן ראדיאָ.

אויסערגעוויינלעך ברייטע האָריזאָנטן זענען אדאנק דעם געעפנט גע־
וואָרן. אקוראט ווי גאָר די וועלט איז אימשטאנד צו הערן וואָס מען רעדט
אָדער שפילט אין איין אָרט, אזוי וועט מען אפשר גאָר אין גיכן אומעטום
זען, וואָס עס קומט פאָר אויף אַן אָפּשטאנד פון טויזנטער קילאָמעטער.
אָדער אויב נישט פארמעסטנדיק זיך אזוי ווייט, וועט מען פון איין ראַ־
דיאָ־קינאָ־צענטראלע קענען דעמאָנסטרירן לעבעדיקע און ריידנדיקע ביל־
דער פאר אַן אומבאגרענעצטע צאָל אבאָנענטן. אָט דער קינאָ פון דער־
ווייטנס איז איצט נישט קיין פוסטע פאנטאזיע. מען רעדט וועגן דעם ערנסט
זינט מען האָט זיך אויסגעלערנט אריבערשיקן דורך טעלעגראף איינצעלנע
בילדער. אלזאָ מוזן מיר איצט איבערדייסן די פאָדם פון אונזער דערציי־

גונג ווען קינאָ און מחנ(באַטראַכטן, ווי אַזוי קען דאָס געמאָלט זיין, אַז דורך דראָטן אָדער דורך עלעקטרישע כוואַליעס זאָלן געשיקט ווערן בילדער פון איין אָרט אין אַ צווייטן.

4

די באַשרייבונג פון בילדער-טעלעגראַף וועלן מיר אָנהייבן מיט אַ לאַנגער הקדמה. מיר וועלן דערקלערן, וואָס איז יאָזינס אַן עלעקטריש גלעקל, ווי אַזוי איז פון אים אויסגעוואַקסן דער ווערטער-טעלעגראַף, און ערשט דעמאָלט וועלן מיר פאַרשטיין, ווי אַזוי מען קען דעפּעשירן בילדער.

די איינאָרדנונג פון אַ עלעקטרישן גלעקל איז פאָלגנדיקע: אין איין אָרט דריקט מען אַ קנעפּל און אין אַן אַנדער אָרט קלינגט עס. דאָס קנעפּל איז פאַרבונדן מיטן גלעקל דורך דראָטן און אין דער פאַרבינדונג זענען אַריינגענומען יאויך עלעקטרישע „עלעמענטן", וועלכע שיקן עלעקטרישן שטראָם דורך די דראָטן (אַנשטאַט די עלעמענטן קען מען נוצן עלעקטרישן שטראָם אויך פון אַן אַנדער קוואַל). אין דעם דאָזיקן עלעקטרישן גלעקל איז שוין פאַרוואָרקלעכט דער גרונט-געדאַנק פון דעם טעלעגראַף. דער גלעקל קלינגט דעמאָלט, ווען דער שטראָם גייט ווירקלעך יאַדורך דורך די דראָטן, ווען דער שטראָם-קרייז ווערט געשלאָסן, ווי מען זאָגט אויפן טעכנישן לשון. געוויינטלעך ווירקט דער שטראָם נישט, דער שטראָם קרייז איז אָפן. ערשט ווען מיר גיבן אַ דריק דעם קנעפּל שליסן מיר דעם קרייז פון עלעקטרישן שטראָם און עס דערהערט זיך דער קלונג. הערן מיר אויף צו דריקן אויפן קנעפּל, ווערט דער שטראָם-קרייז אָפּגעשלאָסן, אָפן און דער גלעקל שטייט רויק, שטיל. דער גרונט-געדאַנק פון דער גאַנצער איינאָרדנונג איז, הייסט עס, אַזאַ: אין איין אָרט שטעלן מיר איין אַן אַפּאַראַט (דעם גלעקל), וועלכער אַרבעט דעמאָלט ווען עס גייט דורך אים אַן עלעקטרישער שטראָם און וועלכער הערט אויף צו אַרבעטן ווי נאָר מיר רייסן איבער דעם עלעקטרישן שטראָם, עפענענדיק דעם שטראָם-קרייז. דאָס איז אין איין אָרט און אין אַ צווייטן אָרט געפינט זיך אַ צווייטער אַפּאַראַט (דאָס קנעפּל), דורך וועלכן מיר שליסן און עפענען דעם שטראָם-קרייז און קירעווען אַזוי אַרום מיטן ערשטן אַפּאַראַט.

דער עלעקטרישער גלעקל און דאָס קנעפּל צו אים געפינען זיך געאיינטלעך נישט ווייט איינע פון די אַנדערע, אין פאַרשידענע צימערן פון איין לאָקאַל. שטעלט זיך איצט פאַר, אַז מיר האָבן געצויגן די דראָט

אויף א צווייטן אפשטאנד און אנשטאט דעם גלעקל האבן מיר אוועקגעשטעלט אן אפאראט מיט א שרייבשטיפט. זאל דער אפאראט זיין געבויט אזוי, אז ווען דער שטראם-קרייז איז געשלאסן, ד. ה. ווען דער עלעקטרישער שטראם פליסט דורך די דראטן, לאזט זיך אראפ דער שרייבשטיפט אויף א פאפירענע טאשמע און צייכנט אויף איר א גראדע ליניע. וואס וועט זיין ווען איר וועט אין דעם צווייטן ארט אנדריקן דאס קנעפל? ווי נאר איר וועט עס טאן וועט אין ערשטן ארט דער שרייבשטיפט זיך אראפלאזן און וועט נעמען שרייבן. האט איר געגעבן א קורצן דריק אויפן קנעפל וועט דער שרייב-שטיפט אנשרייבן א קורצן שטריכעלע ענלעך צו א פינטל. וועט א ביסל לענגער דריקן אויפן קנעפל וועט דארט אנגעשריבן ווערן א פאסיקל. לאמיר זיך ווייטער פארשטעלן, אז די צוויי קארעספאנדענטן, וועלכע זיצן אין די פארשידענע ערטער, איינער ביים קנעפל, דער אנדערער ביים אפאראט מיטן שרייב-שטיפט, וועלן דורכגעקומען צווישן זיך וועגן דעם גאנצן אלף-בית. איין פינטל מיט איין שטריך, ד. ה. איין קורצער דריק און איין לאנגער דריק וועט באדייטן „א", איין פונקט מיט צוויי שטריכן, ד. ה. איין קורצער דריק און צוויי לאנגע דריקן וועט באדייטן „ב" א. א. וו. ווען מען זאל דאס אלץ אזוי מאכן, ווי מיר האבן עס באשריבן, וועט זיך דער עלעקטרישער גלעקל פארוואנדלען אין א טעלעגראף.

מיר האבן עס נישט גלאט אזוי דערציילט א מעשה, ווי אזוי מען קען מאכן א טעלעגראף. אט אזוי איז ווירקלעך דער דראטן-טעלעגראף געשאפן געווארן און ביז היינטיקן טאג ארבעט מען אויף די קלענערע טעלעגראף-ליניעס מיט אפאראטן, וואס גיבן איבער די ווערטער פון א דעפעש אותיות-ווייז דורך אן אפגערעדטער קאמבינאציע פון פינטלעך און שטריכעלעך. מיר האבן דא איבערגעגעבן נישט מערער ווי דעם שכל פון דער איינארדנונג. דער ווירקלעכער טעלעגראף-אפאראט איז געבויט א היפש ביסל קאמפליצירטער, כדי צו באווארענען די זיכערקייט און פינקטלעכקייט פון דער ארבעט. נאר מיר האבן נישט קיין אינטערעס פאר די טעכנישע דעטאלן, אונז גייט אן דער עיקר, און ער איז אין די איינפאכע טעלעגראף-אפאראטן ביז צו היינטיקן טאג געבליבן דער זעלביקער ווי מיר האבן דא אקאדשט באשריבן. אויף איין סטאציע זיצט א טעלעגראפיסט און קלאפט די פינטלעך און שטריכן, אויף דער צווייטער סטאציע לייענט דער צווייטער טעלעגראפיסט די דאזיקע צייכנס און שרייבט איבער די דעפעשן אויף די בלאנקען מיט געוויינלעכע אותיות.

א חוץ די אותיות פון אלף-בית דארף דער טעלעגראף זיין אים-

שטאַנד איבערצוגעבן ציפער אין געוויסע אַלגעמיינע געברויכלעכע סמנים. נאָך א געוויסע צאָל סמנים האָט דער טעלעגראַף נויטיק פאַר זיין אייגענעם אינעווייניקסטן געברויך און די איצט גילטיקע אינטערנאַציאָנאַלע סיסטעמע פון טעלעגראַפישע צייכנס אַנטהאַלט ביי 60 קאָמבינאַציעס פון פינטעלעך און שטריכן. יעדער קאָמבינאַציע באַשטייט פון 3, 4, 5, און אפילו 6 פינטעלעך און שטריכן און דאָס באַטייט, אַז דער טעלעגראַפיסט דאַרף מאַכן ביז 6 באַוועגונגען אום איבערצוגעבן איין צייכן. איבער דעם אַרבעטן אַזוינע טעלעגראַף-אַפּאַראַטן פּאַמעלעך און זיי זענען נישט צוגעפּאַסט צו דער גרויסער קאָמוניקאַציע אויף די וויכטיקערע ליניעס.

דעם אויסוועג דערפון האָט געפונען דער אַמעריקאַנער יוז. ער האָט אַרויסגעפונען א טעלעגראַף-אַפּאַראַט, וואָס איז ענלעך צו א שרייב-מאַשין. א געוויינלעכע שרייב-מאַשין איז געמאַכט אַזוי, אַז ווען מען גיט א קלאַפּ א קלאַוויש שפּרינגט אַרויס א העמערל און דרוקט אָפּ דעם געווונטשענעם אות. די טעלעגראַפישע שרייב-מאַשין איז געבויט א סך קאָמפּליצירטער און עס פאַרשטייט זיך אַז די קלאַווישן געפינען זיך אין איין אָרט און דער דרוק-אַפּאַראַט אין דעם צווייטן. מיר זענען דאָ נישט אימשטאַנד אויספירלעכער צו באַשרייבן דעם אַפּאַראַט און וועלן זיך באַנוגענען מיט עטלעכע באַמערקונגען. די אותיות און די איבעריקע צייכנס זענען אויסגעגראַווירט נישט אויף באַזונדערע העמערלעך נאָר אַלע אויף איין ראָד. דער ראָד דרייט זיך די גאַנצע צייט און די קונץ פון דעם אַפּאַראַט באַשטייט דערין, אַז ווען אויף איין סטאַציע גיט מען למשל א קלאַפּ דעם קלאַוויש „א“, שטעלט זיך איין אין דער צווייטער סטאַציע דער ראָד אַזוי, אַז אויפן פּאַפּיר דרוקט זיך אָפּ דער „א“. און דאָס זעלביקע מיט די איבעריקע סמנים. ווי אין דעם איינפאַכן אַפּאַראַט זענען דורך דעם גיכן טעלעגראַף צווישן זיך פעסט צונויפגעבונדן: דער אויפנאַם-אַפּאַראַט מיטן שיק-אַפּאַראַט: דער ערשטער טוט אויסשליסלעך דאָס, וואָס עס הייסט אים דער צווייטער. דער שכל פון דעם טעלעגראַף איז געבליבן דער אַלטער, — פון איין אָרט קירעוועט מען דורכן עלעקטרישן שטראָם מיט דער באַוועגונג אין א צווייטן אָרט. אָבער די פאַרווירקלעכונג פון דעם דאָזיקן גרונט-געדאַנק האָט זיך אויפגעהויבן צו א העכערער שטופע. אין דעם אַלטן אַפּאַראַט קירעוועט מען פון דער ווייטנס, מיט א פּראָסטער באַוועגונג (צייכענען פּאַסיקלעך) און אין דעם נייעם אַפּאַראַט אויף א מער קאָמפּליצירטן אופן.

פאַר דעם ווערטער-טעלעגראַף האָט דער אַפּאַראַט פון יוז געהאַט די מעלה, וואָס ער האָט פאַרגרעסערט די געשווינדקייט מערער ווי אין דאָפּלט. מיט דעם איינפאַכן אַפּאַראַט קען מען איבערגעבן העכסטנס הונ-

רערט אותיות אין א מינוט און מיט יוזס אפאראט מערער ווי צוויי הונדערט אותיות. פאר אונזער טעמע איז אויסערגעוויינלעך וויכטיק דער פרינציפ פון יוזס אפאראט. ווייבאלד מען האט זיך אויסגעלערנט צו קירעווען מיט קאמפליצירטערע באוועגונגען, האט מען געקאנט גיין נאך ווייטער און קומען צו א געוויסן מין בילדער-טעלעגראפיע, צו דעם שווארץ-ווייס טעלעגראף.

די אפאראטן פון דעם בילדער-טעלעגראף געהערן דערווייל אין אונזערע קאנטן צו די זעלטנהייטן, און די באשרייבונג פון אזא אפאראט וועלן מיר ווידעראמאל אנקניפן אן באקאנטע זאכן. מיר וועלן דערמאנען זיך ווי אזוי עס שפילט א גראמאפאן. א זייגער-מעכאניזם ברענגט אין באוועגונג א קיילעכדיקע פלאטע, און די פלאטע דרייט זיך ארום איר אקס. איבער דער פלאטע באוועגט זיך א שארפער שפיץ, וועלכער שרייבט ארום א מין ליניע פון כסדרדיקע קרייזן, זיך דערנענטערנדיק באשטענדיק פון ראנד צום צענטער. דער שפיץ באוועגט זיך איבער די פיינע פארטיפונגען אויף דער פלאטע, ער לאזט זיך אראפ טיפער אדער פלאכער וועדליק דעם ווי די ליניע איז איינגעקריצט שטארקער אדער שוואכער אין דער פלאטע. די באוועגונגען פון שפיץ ווערן אריבערגעטראגן אויף א דינע שפירעוודיקע מעטאלענע הייטל (די „מעמבראנע”), די מעמבראנע וויברירט, און מיר הערן די מוזיק. שטעלט זיך איצט פאר אן אנדער איינארדנונג. די דינע ליניעס זענען איינגעקריצט אויף א צילינדער, די אקס פון צילינדער ליגט האריזאנטאל און דער צילינדער דרייט זיך ארום זיין אקס. א שארפער שפיץ באוועגט זיך אין דער לענג פון צילינדער. בשעת דער דרייונג פון צילינדער גייט ער אדורך איבער אלע ליניעס, אקוראט ווי דער שפיץ אויף דער פלאטע פון גראמאפאן. אזא אפאראט רופט זיך אן פאנאגראף און דינט צו די זעלביקע צוועקן ווי דער גראמאפאן.

שטעלט זיך איצט פאר א טעלעגראפישן אפאראט, וואס זאל זיין געבויט לויטן מוסטער פון א פאנאגראף, און איר וועט האבן א פארשטעלונג ווי אזוי מען קען טעלעגראפירן שווארץ-ווייסע בילדער. אויף דער שיק-סטאציע געפינט זיך א טעלעגראפישער אפאראט מיט א צילינדער, אן ענלעכער אפאראט געפינט זיך אויף דער אויפנאם-סטאציע. די פארבינדונג צווישן די אפאראטן איז איינגעשטעלט ווי אין דעם ווערטער-טעלעגראף פון יוז ד. ה. די צילינדערס אויף דער שיק-סטאציע און אויף דער אויפנאם-סטאציע דרייען זיך פולקאם גלייכמעסיק, איינער גענוי אין טאקט פון צווייטן. דאס בילד, וואס דארף אריבערגעשיקט ווערן דורכן טעלעגראף, א צייכענונג אדער א האנטשריפט ווערט אנגעשריבן

אויפן צילינדער פון שיק-סטאציע מיט אזא טינט, וואס לאזט נישט דורך קיין עלעקטרישן שטראם. איבערן צילינדער באוועגט זיך א שפּיץ, דורך וועלכן עס גייט דער עלעקטרישער שטראם, און איבערן צילינדער פון אויפנאם-סטאציע באוועגט זיך א שרייבשטיפט, וועלכער קאפּירט די באוועגונגען פון דעם אקוראט דערמאנטן שפּיץ. ווען דער אפּאראט הויבט אן צו ארבעטן קומט פאר אט וואס: ווען דער שפּיץ אין דער שיק-סטאציע טרעפט אן אויף א פרייען ארט גייט דורך אים דער שטראם, דער שרייבשטיפט קומט אין בארירונג מיטן אויפנאם-צילינדער און לאזט איבער אויף אים א צייכן. פארקערט, ווייבאלד דער שפּיץ טרעפט אן אויף די צייכענונג ווערט דער שטראם איבערגעריסן, דער שרייב-שטיפט רוקט זיך אפּ פון אויפנאם-צילינדער און לאזט איבער א בלויז. אזוי ווערט אפּגעקאפּירט די גאנצע צייכענונג, וועלכע איז אויסגעשפּרייט איבערן שיק-צילינדער און זי ווערט טעלעגראפיש אריבערגעטראגן אויפן אויפנאם-צילינדער.

כדי אונזער באשרייבונג זאל זיין פארשטענדלעך האבן מיר אויסגעלאזן מינדער-וויכטיקע דעטאלן אין דעם געבוי פון די אפּאראטן. ביי אונז למשל, איז אויסגעקומען, אז די אנגעשריבענע ערטער פון שיק-צילינדער ווערן אפּגעקאפּירט אויף דער אויפנאם-סטאציע ווייס אויף א שווארצן פאן. אין דער ווירקלעכקייט ווערן אנגעווענדעט כעמישע אדער מעכאנישע מיטלען, כדי אויסצומיידן אט די נישט-באקוועמלעכקייט, און דאס טעלעגראפישע בילד באקומט זיך ריכטיק שווארץ אויף א ווייסן פאן. בכלל זענען די ווירקלעכע אפּאראטן א סך קאמפּליצירטער ווי עס קען זיך דוכטן לויט אונזער באשרייבונג. זייער א סך קונציקייט שטעקט אין יענע טיילן פון די אפּאראטן, וועלכע דארפן אפּהיטן די גלייכמעסיקייט אין דער דרייונג פון ביידע צילינדערס, דעם אזוי גערופענעם „סינכראניזם”. ווען איין צילינדער זאל כאטש אויף א האר זיך דרייען פאמעלעכער אדער גיכער פון דעם צווייטן, וועט דער שרייב-שטיפט פאלש אפּקאפּירן די באוועגונג פון דעם שפּיץ איבערן אריגינאל, און עס וועט זיך באקומען א צוקאליעטשעטע קאפּיע.

דער שווארץ-ווייס-טעלעגראף איז אין בעסטן פאל ווייט פון פולקומענהייט. ער ליינט פאנאנדער דאס בילד אויף ליניעס און שטעלט אים דערנאך צונויף פון ליניעס. דאס קען מען דערליידן ווען מען האט צו טאן מיט א האנטשריפט אדער מיט א טעכנישע צייכענונג, האקעגן טויג עס נישט פאר בילדער און פאטאגראפיעס. די לעצטע ענטהאלטן אין זיך פארשידנארטיקע שאטירונגען, איבערגאנגען פון טיף-שווארץ צו ווייס, אלערליי מינים גרויקייט, אט די פארשידענע שטופעס פון גרויקייט,

וועלכע גיבן דעם בילד א באזונדער חן, ווערן פארלארן אין דעם שווארץ-ווייס-טעלעגראף. דער צווייטער גרויסער חסרון פון שווארץ-ווייס-טעלעגראף באשטייט אין זיין פאמעלעכקייט. עס מוז דויערן היפשע עטלעכע מינוט ביז מען שיקט דורך די טעלעגראף-דראטן באטשבי א קליין בילד. פון די אלע חסרונות האט מען זיך געקענט באפרייען נאר אויף אזא אופן, וואס מען האט איינגעשפאנט אין וואגן פון בילדער-טעלעגראף גאר אנדערע פיזיקאלישע קרעפטן. אנשטאט דער מעכאנישער באוועגונג פון א שארפן שפיץ, וועלכער טאפט בלינדערהייט איבערן אויבערפלאך פון בילד האט מען געמוזט ארויסגעפינען שפירעוודיקע „עלעקטרישע אויגן“, וועלכע זאלן אויפנעמען און אונטערשיידן די פיינסטע ליכט-איינדרוקן און זאלן זיי פארוואנדלען אין אנטשפרעכנדיקע עלעקטרישע שטראמען, ריכטיקער געזאגט, שטראמשטויסן. מען האט גענדארפט שאפן עפעס אזוינס, וואס זאל אין געביט פון פארבן אויפטאן דאס זעלביקע, וואס דער טעלעפאן טוט אין דער וועלט פון קלאנגען.

5

דער בילדער-טעלעגראף, וועלכער זאל פארדינען דעם דאזיקן נאמען דארף זיין געבויט לויטן מוסטער פון טעלעפאן. דער טעלעפאן טראגט נישט איבער די ארייגגערעדטע קלאנגען אלס קלאנגען. ער דערגרייכט זיין צוועק אויף אן אומדירעקטן וועג און דערין באשטייט זיין כח. אין דער טעלעפאן-טרייבל איז איינגעבויט א קליינער מכשיר, וועלכער פארוואנדלט די ארייגגערעדטע קלאנגען אין עלעקטרישן שטראם. געוויינלעך געדעדט קומט עס פאר אזוי: דורך די טעלעפאן-דראטן פליסט א באשטענדיקער שטראם און דער מכשיר אין טעלעפאן-טרייבל ווירקט אזוי, אז דער שטראם ענדערט זיך איטלעכע רגע, און זיינע ענדערונגען אנטשפרעכן די ארייגגערעדטע קלאנגען. דורך די טעלעפאן-דראטן ווערן, הייסט עס, געשיקט נישט טענער, נאר עלעקטרישע שטראמען. די שטראמען קומען אריין אין הער-טרייבל און דא פארוואנדלען זיי זיך אין קלאנגען. (ענלעכעס קומט פאר אין טעלעפאן אן דראטן, ראדיא, ווו די דראטן זענען פארביטן דורך עלעקטרישע כוואליעס). די בילדער-טעלעגראפיע וויל טון מיט ליכט און שאטן דאס זעלביקע, וואס דער טעלעפאן טוט מיט קלאנגען. איטלעכע זאך, וואס מיר זעען, שפיגלט זיך אפ אין אונזער אויג ווי א באשטימטע קאמבינאציע פון ליכטיקע און טונקעלע פלעטלעך. (מיר זעען אין דערווירקלעכקייט אויסער ליכט און שאטן אויך פארשידנסטע קאלירן. אבער דאס לאזן מיר איז אויסער אכט, ווארום עס

האַנדלט זיך איצט וועגן איינפֿאַרביקע בילדער). די פֿאַרשידנסטע שטופֿעס פֿון העל און טונקל אין יעדער בילד פֿאַרוואַנדלט דער בילדער-טעלעגראַף אין פֿאַרשידנאַרטיקע עלעקטרישע שטראָמען. פּונקט ווי אין דער טעלעפֿאָן-טרייבל זיצט אַזוי-צו-זאָגן אַן עלעקטרישער „אויער", וועלכער רופֿט זיך אָפּ אויף איטלעך קלאַנג מיט אַ באַזונדער עלעקטרישן שטראָם-שטויס. אַזוי איז אין דעם בילדער-טעלעגראַף איינגעבויט אַן עלעקטריש „אויג", וואָס שפּירט יעטוועדער ענדערונג אין דער העלקייט אָדער טונקלקייט. די בילדער-טעלעגראַפֿיע איז מעגלעך געוואָרן טאַקע אַ דאַנק דעם, וואָס מען האָט אַרויסגעפֿונען עלעקטרישע „אויגן". וואָלטן די דאָזיקע „אויגן", גלייך ביי זייער דערפֿינדונג, געווען אַזוי פּולקאָם און איינפֿאַך ווי די טעלעגראַפֿישע-אַפּאַראַטן, וואָלט די בילדער-טעלעגראַפֿיע לאַנג געווען אַ טאָג-טעגלעכע דערשיינונג: ערשט ווייזט זיך אַרויס, אַז דאָס עלעקטרישע אויג איז הינטערשטעליק אין פֿאַרגלייך מיט די עלעקטרישע אויערן פֿון אונדזערע טעלעפֿאָנען. דער פֿאַרגלייך צווישן זיי ביידע לערנט אונדז ערשט אָפּצושאַצן, וואָס פֿאַרא וועלטן גוטער מכשיר עס איז דער טעלעפֿאָן.

דער טעלעפֿאָן נעמט אויף איטלעך רגע אַלע אַריינגערעדטע קלאַנגען, עס מעג זיין כאָטש מוזיק פֿון אַן אָרקעסטער. ער צעלייגט זיי נישט אויף באַשטאַנד-טיילן, אַלע מיטאַמאָל טראַנספּאָרטירט ער זיי אין דעם געשטאַלט פֿון וויברירונגען אין עלעקטרישן שטראָם, און דער דאָזיקער שטראָם מיט די וויברירונגען פֿאַרוואַנדלט זיך אָנקומענדיק אין הער-טרייבל צוריק אין קלאַנגען. דער עלעקטרישער אויער טוט אָפּ זיין אַרבעט אָן פֿאַרזאַמונג, אָן פֿאַרשפּעטיקונג. די קלאַנגען מעגן לויפֿן איינע נאָך די אַנדערע געשווינד, געשווינד — דער טעלעפֿאָן וועט נישט ווערן פֿאַרמאַטערט און וועט נישט אָפּשטיין. גאָר אַנדערש פֿאַרהאַלט זיך דאָס עלעקטרישע „אויג". זיין ענלעכקייט צו אַ ווירקלעכן אויג איז אַ שוואַכע ביז גאָר. דאָס עלעקטרישע אויג איז שוואַך און באַשיידן. עס קאָן אויפֿנעמען מיט אַמאָל נישט מערער ווי איין איינציקן פּינטעלע פֿון אַ געגעבענעם בילד. דעריבער מוז מען בויען קונציקע אַפּאַראַטן, וואָס זאָלן דאָס בילד צעטיילן, צעשפּאַלטן אויף העלערע און טונקעלערע פּינטעלעך און זאָלן אַזוי באַוועגן דאָס בילד, אַז די פּינטעלעך זאָלן זיך איינציקווייז אויסשטעלן פֿאַר עלעקטרישן אויג: אויסער דעם איין פּינטעלע מוזן אַלע איבעריקע בשעת מעשה זיין פֿאַרדעקט.

דער אַפּאַראַט פֿון דעם בילדער-טעלעגראַף מוז צעטיילן דאָס בילד אויף פּינטעלעך אָדער אויף פּיטשינקע קעסטעלעך, ווי דאָס טוט דער דרוקער ווען ער וויל אויספּאַרטיקן אַ פּלאַטע צו דרוקן אַ בילד. קוקט זיך נאָט

צו צו א באַליביקער אילוסטראַציע אין א בוך אָדער אין א זשורנאַל און איר וועט דערטײַלעך זען וועגן וואָס פֿאַרא פּינטעלעך דאָ האַנדלט זיך. אויב מיר ווילן, אַז די צעבּרעקלונג פֿון דעם בילד זאָל נישט קאַליע מאַכן דעם אײַנדרוק, מוזן מיר אים צעקעסטלען דורך אַ געדיכטער נעץ, מיר מוזן אים פֿאַרוואַנדלען אין צענדליקער טויזנטער פּינטעלעך, און דאָס ברענגט מיט זיך געוואַלטיקע חסרונות פֿאַר דער טעלעגראַפֿיע פֿון בילדער. ערשטנס, ווי גיך מיר זאָלן נישט באַוועגן דאָס בילד פֿון אַפּאַראַט וועט עס דויערן אַ היפּשע ווײַלע ביז אַלע פּינטעלעך וועלן פֿאַרבײַגיין פֿאַרן עלעקטרישן אויג. צווייטנס, דער מינדעסטער פֿעלער בײַם איבערגעבן איין פּינטעלע קאָן קאַליע מאַכן דאָס גאַנצע בילד. לאָמיר זיך פֿאָרשטעלן, אַז דאָס בילד איז אײַנגעטיילט אין 5,000 פּינטעלעך, וועלכע זענען אויסגעשטעלט אין 100 שורות צו 50 פּינטעלעך אין אַ שורה. די אַפּאַראַטן פֿון דער בילדער-טעלעגראַפֿיע מוז מען אויסרעגולירן אויף דאָס גענויסטע אַזוי, אַז יעדער פּינטל פֿון דעם טעלעגראַפֿירטן בילד זאָל זיך איבערגעבן אויף דעם געהעריקן פּלאַץ. ווען, למשל, דער בילד-טעלעגראַף וועט בשעת דער אַרבעט איבערהיפּן דאָס לעצטע פּינטל פֿון דער ערשטער שורה, וועט דאָס 51-סטע זיך אַוועקשטעלן אַנשטאָט דער 50-סטער, א. אַז. וו. אַלע שורות וועלן זיך צעפּלאָנטערן, און עס וועט זיך קיין בילד נישט באַקומען.

דעם צווייטן חסרון האָט מען באַוויזן צו באַזײַטיקן. די אַפּאַראַטן פֿון בילדער-טעלעגראַף זענען אַזוי געבויט, אַז אַ פּינטל קאָן אין ערגסטן פֿאַל פֿאַרהאַלטן ווערן אין וועג, אָבער די ווײַטערדיקע וועלן פֿאָרט פֿאַרנעמען די געהעריקע פּלעצער. וואָס אַנבעלאַנגט דעם ערשטן חסרון איז ער אַפֿילו ערנסטער. די מעכאַניקער האָבן געשאַפֿן מאַשינעריעס, מיט וועלכע מען קאָן אין פֿאַרלויף פֿון איין סעקונדע פֿאַרבײַפֿירן פֿאַרבײַ דעם אַפּאַראַט צענדליקער טויזנטער פּינטעלעך פֿון אַ בילד, נאָר די בילד-טעלעגראַפֿיע האָט אַ לאַנגע צײַט נישט געקענט פֿאַרדייען אַזאַ גיכע באַוועגונג. מיר וועלן עס פֿאַרשטיין, ווען מיר וועלן זיך באַקענען מיט דער אײַנאָרדנונג פֿון אַן „עלעקטריש אויג" פֿון דעם טיפּ, וועלכער איז דער ערשטער געווען געברויכט אויף צו טעלעגראַפֿירן בילדער.

דאָס ערשטע עלעקטרישע אויג איז באַשטאַנען פֿון אַ קליין און דין דרעטעלע אויסגעפּאַרטיקט פֿון דעם שטאָף סעלען. דער דאָזיקער שטאָף פֿאַרהאַלט זיך צו עלעקטרישע שטראָמען אויף אַן אויסטערלישן אופֿן. און דאָס האָט אים פֿאַרשאַפֿט אַן אָרט אין דער בילדער-טעלעגראַפֿיע. דער נאָמען סעלען שטאַמט פֿון „סעלענע" — אויף גריכיש לבנה. ווי די לבנה איז אַ באַגלייטער פֿון דער ערד, אַזוי איז סעלען אין דער נאַטור

א באגלייטער פון שוועבל. ווען מען באארבעט שוועבל-געשטיינען אויף צו באקומען שוועבל-זויערס (דאס איז א וויכטיקער צווייג פון דער כעמישער אינדוסטרי), פארבלייבט דער סעלען אין דעם אפפאל. פון דאנען קען מען דעם סעלען ארויסבאקומען און דאס טוט מען טאקע, זינט מען האט זיך באקענט מיט זיין מערקווירדיקער אייגנשאפט.

בנוגע צו עלעקטריע קען מען אלע שטאפן איינטיילן אין צוויי קאטעגאריעס. איינע פירן דורך דעם עלעקטרישן שטראם, די אנדערע נישט. מעטאלן און ספעציעל קופער זענען גוטע דורכפירער פון עלעקטרישן שטראם און דערפאר מאכט מען עלעקטרישע דראטן שטענדיק פון מעטאל. ווען איר איבערהאקן אן עלעקטרישן דראט און אריינשטעלן אינמיטן א שטיק גומי, פארצעליי אדער האלץ, וועט דער שטראם אויפהערן, וואדום די אנגערופענע דריי שטאפן פירן נישט דורך קיין עלעקטריע. מיטן סעלען קומט פאר א מאדנע מעשה. אין דער פינסטערניש איז ער א נישט דורכפירער פון עלעקטריע, און א שטיקל סעלען צווישן צוויי עלעקטרישע דראטן האלט אויף דעם שטראם ווי גומי אדער פארצעליי, אויב אין צימער איז פינסטער. ווי נאר אבער מען באלייכט א שטיקל סעלען, פארוואנדלט ער זיך אין א דורכפירער פאן עלעקטריע אקוראט, ווי דאס וואלט געווען א מעטאל. נאך מערער, דער סעלען דערשפירט אפילו די שטופע פון דער ליכטיקייט. ביי א שוואכער באלייכטונג לאזט ער דורך נאר שוואכע עלעקטרישע שטראמען, ביי א שטארקער באלייכטונג — שטארקע שטראמען. דער סעלען איז געגליכן צו א פיינעם מעסט-אינסטרומענט, וואס גיט צו וויסן דעם סכום ליכטיקייט, וואס הערשט ארום אים און אלס מאס גיט ער אן אין א שטארקערן אדער שוואכערן עלעקטרישן שטראם. א דין דרעטעלע פון סעלען ווערט אין דער בילדער-טעלעגראפיע אויסגענוצט אויף פאלגנדיקן אופן. דאס בילד אויף צו פאטאגראפירן ווערט אפגעפאטאגראפירט אויף א דורכזיכטיק גלאז און די גלאז-פלאטע ווערט אריינגעשטעלט אין א קאמער, ווו עס געפינט זיך פון איין זייט פלאטע א שטארקער לאמפ און פון דער אנדערער זייט א קליינינטשקע עפענונג. די גלאז-פלאטע ווערט דורך דעם אפאראט געפירט פארביי דער עפענונג אזוי, אז דאס גאנצע בילד אויף דער פלאטע זאל אזוי צו זאגן פינטלעכווייז פארבייגיין פארביי דער עפענונג. בשעת מעשה ברענט דער לאמפ, און לויט דער קלענערער אדער גרעסערער העלקייט פון יעדער פינטל אויפן בילד גייט דורך דער עפענונג א העלערער אדער טונקעלערער ליכטיקייט-שטראל. דער שטראל ווערט אפגעווארפן אויפן סעלען-דרעטל און באלייכט אים אנטשפרעכענדיק שוואכער אדער שטארקער, דאס סעלען-דרעטל איז איינגעשלאסן אין קייט פון עלעקטרישן

שטראָם פון דעם בילדער-טעלעגראַף, און דאַנק דער באַשריבענער אײַנגנשאַפט פאַרוואַנדלט דער סעלען די ליכט-אײַנדרוקן אין ענדערונגען פון עלעקטרישן שטראָם. דער סעלען איבערזעצט די שפּראַך פון ליכטיקייט אויף די שפּראַך פון עלעקטריע, די עלעקטרישע צייכנס לויפן דורך די דראָטן (אָדער דורכן ראַדיאָ) און אויף דער אויפנאַם-סטאַציע ווערן זיי צוריק איבערזעצט אין טונקעלערע און העלערע פּינטלעך. די פּינטלעך שטעלן זיך אויס אין דער ריי, און עס באַקומט זיך דאָס טעלעגראַפירטע בילד.

אַזוי אַרבעט דאָס עלעקטרישע אויג פון סעלען, דאָס ליכט-קעמערל, ווי עס זאָגן די טעכניקער, און מיר וועלן אויך פון איצט אָן זאָגן. ווי לאַנג דאַרף דויערן צו טעלעגראַפירן אַ בילד? מיר ווייסן, אַז מעכאַניש קען מען דערגרייכן די גרעסטע געשווינדקייט ביים פירן דאָס בילד פאַרביי דעם ליכט-קעמערל, אָבער דער סעלען אין דעם ליכט-קעמערל איז נישט אַזוי רירעוודיק. ער איז נישט אימשטאַנד אויפצונעמען אַזוי געשווינד איין ליכטיקייט-אײַנדרוק נאָך דעם צווייטן. דאָס איז געווען אַ באַוואַלטיקער חסרון פון דעם סעלען און בכן אויך פון די ליכט-קעמערלעך. איבער דער פאַמעלעכקייט פון סעלען האָט געדויערט מינוטן-לאַנג ביז עס פלעגט קומען צושטאַנד אַ טעלעגראַם פון אַ קליין בילד. אַזוי ווי טעלעגראַפירן בילדער לוינט זיך נאָר אויף גרעסערע שטרעקעס, און פאַרנעמען דעם טעלעגראַף אויף לאַנגע מינוטן קאָסט זייער טייער, האָט פּראַקטיש די גאַנצע זאַך נישט געהאַט קיין גרויסע באַדייטונג. דער בילדער-טעלעגראַף האָט געקענט אַרײַנגיין אין געברויך ערשט אין דעם פאַל, ווען דאָס ליכט-קעמערל פון סעלען זאָל פאַרביטן ווערן מיט אַ גיכערן עלעקטרישן אויג. אַ לאַנגע צייט האָט מען זיך אומזיסט געמיט אַרום דעם. מען האָט דערגרייכט באַשטימטע פאַרבעסערונגען דורך קונציקע קאָמבינאַציעס פון עטלעכע סעלען-דרעטלעך און איין ליכט-קעמערל, נאָר דאָס איז געווען ווייניק. ערשט גאָר די לעצטע צייט האָט געבראַכט נייע, זייער גיכע און רירעוודיקע ליכט-קעמערלעך. מיט זייער הילף האָט זיך אײַנגעגעבן צו פאַרקירצן דעם דויער פון איין בילד-טעלעגראַם ביז צו סעקונדעס און אַפילו ביז צו ברוכטיילן פון אַ סעקונדע. דאָס פּראָבלעם פון בילדער-טעלעגראַף איז דערמיט פּרינציפּיעל פאַרענטפערט. אין אַמעריקאַ וווּ געלט איז ביליקער ווי אין אייראָפּע פאַרגינען זיך די צײַטונגען גאַנץ אָפט צו טעלעגראַפירן בילדער. אין אייראָפּע און אין אַמעריקע עפנט דער בילדער-טעלעגראַף נייע פּערספּעקטיוון סיי פאַרן ראַדיאָ, סיי פאַרן קינאָ.

דער בילדער-טעלעגראף איז אומשטאנד אין סעקונדן אריבערצושיקן בילדער, און מען קען זיך ריכטן, אז אין דער גאר נאענטסטער צייט וועט ער געפינען א גרויסע פארשפרייטונג ווי א צוגאב, און אילוסטראציע צום ראדיא. אויף די ראדיא-צענטראלעס וועט מען איינשטעלן אפאראטן פארן בילד-טעלעגראף, און צו באשטימטע צייטן פון טאג וועלן די אנטענעס פון די דאזיקע סטאציעס ארויסשיקן אויף זייערע כוואליעס בילדער אין דער וועלט. אזוי ווי עס וועלן קומען אין באטראכט גרויסע מאסן פון ראַ-דיא-אמאטארן זועט דאס לעצטע ווארט פון בילד-טעלעגראף דא נישט זיין דערוייל אויסגענוצט. דער ראדיא-אמאטאר איז נישט אימשטאנד איינצושאפן זיך א טייערן אפאראט מיט א פארפיינערטן ליכט-קעמערל. דער ראדיא-אמאטאר, וועט זיין אנגעוויזן אויף די איינפאכע מעכאנישע אפאראטן פון דעם שווארץ-ווייס-טעלעגראף. דערפאר וועט דער בילדער-ראדיא מוזן זיך באנוגענען די ערשטע צייט מיט איינפאכערע בילדער. דורכן ראדיא וועט מען שיקן מעטעאראלאגישע קארטעס, פארשידענע דיאגראמען, וועלכע זענען בעסער און לייכטער פארשטענדלעך, ווי בערג פון סטאטיסטישע דאטן, דערנאך פשוטערע אילוסטראציעס און דאס גלייכן. אין א ביסל א ווייטערע צוקונפט וועלן די איצט קאמפליצירטע אפאראטן מסתמא ווערן אויף אזוי פיל איינפאכער און ביליקער, אז זיי וועלן ווערן צוטריטלעך פאר א גרעסערע צאל ראדיא-אבאנענטן. אין דעם מאמענט וועלן די ראדיא-סטאציעס זיין אימשטאנד פאנאנדערצושיקן אין דער וועלט אמתע אילוסטרירטע צייטונגען. ווי א אנזאג פון דעם אלעם קען מען באטראכטן דעם פרווו, וועלכער איז זינט פרילינג 1926 געמאכט אין בייערן. די ראדיא-סטאציע אין מינכען שיקט ארויס טאג-טעגלעך א בילד פון דער וועטער-קארטע, און צווישן אירע ראדיא-צו-הערער זענען פאראן אזעלכע, וועלכע האבן זיך איינגעשאפט די מכשירים אום אויפצונעמען די בילדער. פון האמבורג איז מיט די מינכענער אפא-ראטן געמאכט געווארן א פרווו צו דעפעשירן טעגלעך די וועטער-קארטע ביז צו א שיף, וואס איז געפארן קיין אמעריקע, און דאס שיף פלעגט אויף אן אפשטאנד ביז צו 4500 קילאמעטער ריכטיק באקומען די קארטעס. עס איז גרייליך מעגלעך, אז ווען דער לעזער וועט נעמען אין האנט די דא-זיקע שורות וועט דער בילדער-ראדיא שוין האבן באקומען א נאך גרע-סערע פארשפרייטונג.

גענוי פארויסצוזאגן דעם וועג פון דער קומענדיקער אנטוויקלונג אויף אזא נייעם געביט איז זייער שווער. ס'איז מעגלעך, אז נאך פריער

און ניכער פארן בילדער-ראדיא זאל ווערן פארווירקלעכט דער צענטראלער קינעמאטאגראף, וועלכער וועט שטיין אין פארבינדונג מיט אן אומבאגרע-נעצטער צאל קינא-זאלן. דער בילד-טעלעגראף איז אזוי פארפולקומט, אז ער קען אריבערשיקן איינצעלנע בילדער אין א ברוכטייל פון א סעקונדע. נאר אין גיכן וועט ער זיין אומשטאנד צו טעלעגראפירן ביז צו 15-20 בילדער אין א סעקונדע און אין דעם מאמענט וועט דער קינא אויף דער ווייטנס זיין פארווירקלעכט. די צענטראלע קינא-סטאציע וועט מיט דער אנגעוויזענער געשווינדקייט טעלעגראפירן א פילם און יעדער קינא-זאל, וועלכער וועט שטיין אין פארבינדונג מיט דער צענטראלע, וועט זיין אומ-שטאנד צו ווייזן זיינע באזוכער דעם פילם אין דער זעלביקער צייט ווען עס וועט ארבעטן די צענטראלע. אויב פאר א איינצלנעם ראדיא-אמא-טאר וועט נאך דער קאמפליצירטער בילדער-טעלעגראף זיין א צו גרויסער לוקסוס, וועט די פראגע פון הוצאות נישט זיין אזא שטערונג פאר די קינאס מיט זייערע טויזנטער באזוכער.

אויף אזא ארט אין שטיינער וועלן מיר איינגעמלעך האבן דערגרייכט צו דער שטופע פון טעלעוויזיע. פונקט אזוי ווי מיר האבן דעם טעלעפאן, דאס הערן פון דערווייטנס, וועלן מיר האבן די טעלעוויזיע, דאס זען פון דערווייטנס. קיין עכטע טעלעוויזיע וועט דער קינא אויף דער ווייטנס פאר-שטייט זיך נאך נישט זיין. ווען אין איין ארט וועט פארקומען עפעס אזוינס, וואס עס לוינט צו זען וועט נאך דויערן עטלעכע שעה ביז די איינוווינער פון אנדערע שטעט וועלן עס באקומען צו זען אין זייערע קינא-זאלן. ווען אין מאסקווע וועט גיין א דעמאנסטראציע, אדער אין לאנדאן וועט פאר-קומען א גרויסער מעטש, וועט די טעכניק פון ווייזן די באטרעפנדיקע בצענעס זיין אזא: אויפן ארט און שטעל וועט מען אויספארטיקן א פילם ווי מען טוט עס איצט, הערנאך וועט מען אים אנטוויקלען און אפדרוקן און אוועקפירן צו דער קינא-צענטראלע. דאס קען אפנעמען נישט מער ווי עטלעכע שעה צייט, ד. ה. אין עטלעכע שעה ארום וועט מען אין אלע שטעט קענען זען די דעמאנסטראציע אדער דעם מעטש.

פרינציפיעל איז געבליבן נאר איין שריט פון דאנען ביז צו דער עכטער טעלעוויזיע, עס איז איבערגעבליבן צו מאכן איין אויסבעסערונג אין דער אקארשט באשריבענער טעכנישער פראצעדור: ארויסווארפן דעם פילם און אזוי איבערבויען די אפאראטן, אז זיי זאלן דירעקט פון לעבן אויפנעמען בילדער און שיקן זיי וועהין עס וועלן הייסן די עלעקטרישע כוואליעס. עס זענען פארגעלייגט געווארן א היפש ביסל פראיעקטן ווי אזוי דאס צו מאכן און אויב מען זאל גלויבן אלע באשרייבונגען האט זיך שוין די זאך אפילו איינגעבן אין די לאבאראטאריעס מיט קליינע לעבע-

דיקע סצענעס. מיר ווען זיך דאָ נישט אריינלאָזן און באשרייבן די אלע פּראָיעקטן און פארשלאָגן. כל זמן זיי זענען נישט פארווירקלעכט אין א גרעסערן מאסשטאב, איז שווער צו זאָגן ווו ענדיקט זיך אין זיי די ערנסטע טעכניק און ווו הויבט זיך אָן די פאנטאזיע. די ערנסטע פּרוּון וועלן מוזן נאָך איבערלעבן פארשידענע גלגולים ביז זיי וועלן זיך אויסגיסן אין א פּאַקטישער געשטאלט. און וואָס פארא נייס מען זאָל נישט אויפטאָן אויף דעם געביט, וועט דער קומענדיקער אפאראט פאר דער עכטער טעלעוויזיע יעדנפאלס זיין געבויט פון זייער א סך איינצלנע באשטאנדטיילן, און נאָר דער פאכמאן וועט זיך קענען פארנאנדערקלייבן אין זייער פונקציאנירונג. דערפאר האָט מען דאָ נישט קיין צוועק זיך אָפּצושטעלן גענויער אויף די אפאראטן פאר טעלעוויזיע. אָט דאָס ביז אהער געזאָגטע גיט אונז סיי ווי סיי דאָס רעכט צו מאכן אזא אונטערשטע שורה אונטער דעם גאנצן קאפיטל. עס איז נישט ווייט דער טאָג, ווען קינאָ מיט שפּראַך אָדער ראַדיאָ מיט לעבעדיקע בילדער, רופט עס אָן ווי איר ווילט, וועט ווערן א באשטאנד-טייל פון אונזער טאָג-טעגלעכן לעבן, ווי דאָס איז ביי היינט צו טאָג געשען מיטן קינאָ און ראַדיאָ.

XIII

ראַדיאָ

ווי אזוי ראַדיאָ איז אויסגעוואקסן פון טעאָריעס וועגן עלעקטריע. — עלעקטרישע כוואַליעס און די טעכניק פון ראַדיאָ. — די גרינדונג און אַנטוויקלונג פון ראַדיאָ. — ראַדיאָ־טעלעגראַף אין פּראַקטישן לעבן. — ראַדיאָ־טעלעפאָן, ראַדיאָ־צענטראַלעס און ראַדיאָ־אַמאַטאָרן.

I

האָט אימיצער פון אייך געזען בורשטין? דאָס איז א געלער דורכזיכטיקער שטיין, א פארגליווערטע סמאָלע פון אוראלטע צייטן. ער ווערט איצט באנוצט אויף שמוק-זאכן, ליולקעס פאר רויכערער א. דאָסגל. הגם בורשטין קאָסט נישט זייער טייער, דאָך איז פאראן אין האנדל א סך נאָכגעמאכטע בורשטין, און ווען מען וויל אונטערשיידן דעם אמתן שטיין פון פאלשן, טוט מען אזוי; מ'רייבט דעם בורשטין אָן א שטיקל געוואנט. דער עכטער וועט דערויף צוציען צו זיך לייכטע געגנשטאנדן ווי קליינע שטיקעלעך פאפיר אָדער שטרויעלעך, און דער פאלשער וועט עס נישט קענען טאָן. אָט די אייגנשאפט פון בורשטין האָבן געקענט די אלטע גריכן מיט א 2500 יאָר צוריק. קיין גרויסן ווערט דערפון האָבן זיי נישט געמאכט און אויף ווי ווייט זיי האָבן זיך פארטראכט וועגן דער ערשיינונג האָבן זיי זיך פאָרגעשטעלט, אז אין דעם בורשטין איז מסתמא פאַרבאהאלטן עפּעס א לעבעדיקע באשעפעניש. שפּעטער האָט מען זיך פאָרגעשטעלט די זאך איינפאכער, אז ביים רייבן דעם בורשטין אנטוויקלט זיך וואַרעמקייט און א דאנק דעם ווערט געשאפן די צוציאונגס-קראפט. פארוואָס עפּעס קומט עס פאָר אזוי אויסשליסלעך מיטן בורשטין האָט מען נישט געקענט דערקלערן און מ'האָט זיך דערמיט נישט אינטערעסירט.

די וואונדערלעכע צוציונגס-קראפט פון דעם געריבענעם בורשטין איז

געבליבן נישט אויסגעפאָרשט אזש ביז צו 16-טן י. ה., ווען דער בארימטער ענגלישער פיזיקער וויליאם גילבערט האָט געמאכט א חיי עקספערימענטן ארום דער פראגע. גילבערט איז נישט נעגאנגען מיט אויסגעטראָטענע וועגן, ער האָט געשטעלט נייע פּראָבלעמען, און באוווסטזיניק געזוכט, טאָמער זענען פאראן נאָך אנדערע שטאָפן, וועלכע באזיצן דיזעלביקע אויסטערלישע אייגנשאפט. ער האָט אנטדעקט, אז אנדערע טייערע געשטיינען, און אויך אזעלכע שטאָפן, ווי שוועבל אָדער כמאָלע פארמאָגן די צוציונגס-קראפט פון בורשטין. פארקערט אלע מעטאלן, ביינער, און געוויסע אנדערע שטאָפן ציען קיין מאָל נישט צו קיין לייכטע געגנשטאנדן, ווי לאנג מען זאָל זיי נישט חייבן. בורשטין הייסט אויף גריכיש „עלעקטראָן" און אויף דעם סמך האָט גילבערט געשאפן דעם טערמין עלעקטרישע קראפט פאר דער צוציונגס-קראפט פון געריבענע שטאָפן. ער פלעגט אונטערשיידן עלעקטרישע און נישט עלעקטרישע קערפּערס, לויט דעם צי זיי זענען אימשטאנד צוציען לייכטע געגנשטאנדן אָדער ניין. שפּעטער האָט מען גענומען איינפאך זאָגן, אז באשטימטע שטאָפן באזיצן עלעקטריע און באשטימטע אנדערע באזיצן קיין עלעקטריע נישט.

אזוי איז אויפגעקומען דער טערמין עלעקטריע, נאָר קיין גענויע באגריפן וועגן עלעקטריע האָבן אלץ נישט עקזיסטירט. מען האָט געזאמלט פאקטן וועגן די עלעקטרישע ערשיינונגען און מען האָט געהאט וויי ניק אינטערעס פאר טעאָריעס. אָבער וואָס מערער מען האָט געוווסט פאקטן אלץ גרעסער איז געוואָרן חיי באדערפעניש פון א וויסנשאפטלעכער ערקלערונג. עס האָט זיך געלייגט אויפן שכל, אז עלעקטריע איז עפּעס א שטאָף אזא. פון דער אנדער זייט האָט מען גוט געוווסט, אז ווען א קערפּער באקומט עלעקטריע דורך רייבונג ווערט זיין געוויכט נישט פארגרעסערט. אויך האָט קיינער נישט געהאט קיינמאָל קיין געלעגנהייט צו זען אָדער אנדערש ווי צו שפּירן דעם עלעקטרישן שטאָף. דערפאר איז מען געווען איינגעגלויבט, אז עלעקטריע איז טאקע א שטאָף, אָבער אן אויסטערליש פיינער שטאָף, וואָס פארמאָגט נישט קיין געוויכט און קען פון מענטשן נישט ווערן געשפּירט מיט דער הילף פון זיינע חושים. די אמאָליקע נאטור-וויסנשאפט האָט איבערהויפּט געהאלטן פון אזוינע אויסטערלישע שטאָפן, אויך ווארימקייט האָט מען באטראכט ווי א באזונדער שטאָף. אין 18-טן יאָרהונדערט איז די טעאָריע פון א באזונדערן עלעקטרישן שטאָף געווען אלגעמיין גילטיק. אין דער ערשטער העלפט פון דעם זעלביקן יאָרהונדערט איז מען דערגאנגען, אז עס זענען פאראן צווייערליי מינים עלעקטריע: גלאָז-עלעקטריע און עלעקטריע פון סמאָלע

איין גרופע קערפערס באקומט די העלביקע עלעקטריע ביים רייבן ווי גלאז, די שטאפן פון דער צווייטער קאטעגאריע ווערן דורך רייבונג עלעקטריזירט ווי סמאלע. דער אונטערשייד פון דיביידע סארטן עלעקטריע באשטייט דערין, וואס עלעקטרישע לאדונגען פון דעם זעלביקן סארט שטויסן אפ איינע די אנדערע, און עלעקטרישע לאדונגען פון פארשידענע סארטן ווערן צוגעצויגן. כדי אויסצומייטשן די נייע אנטדעקטע דערשיינונג האט מען בעזאגט, אז עס עקזיסטירן צוויי פארשידענע עלעקטרישע שטאפן אדער פליסיקייטן: פאזיטיווע עלעקטריע און נעגאטיווע עלעקטריע. אין יאר 1784 האט דער פראנצויזישער געלערנטער קולאן אויפגעשטעלט א געזעץ, וואס גילט פאר דער קראפט, מיט וועלכער עלעקטרישע לאדונגען ווערן צוגעצויגן אדער אפגעשטויסן. דערויף איז נישט געווען מער קיין ספק, אז עלעקטריע איז א פליסיקייט און אזוי איז עס געבליבן אנגענומען ביז צו דער צווייטער העלפט פון 19-טן י. ה. ביז היינט צו טאג זענען די דאזיקע טעאריעס אפגעווארפן אבער אין טאג-טעגלעכן שפראך-געברויך זענען נאך פארבליבן רעשטן פון די אמאליקע פארשטעלונגען. מיר רייד ווענן עלעקטרישן שטראם אקוראט ווי דאס וואלט טאקע געווען א פליסיקייט.

טעאריעס ווערן אין דער וויסנשאפט אויפגעשטעלט און אפגעווארפן אונטער דער ווירקונג פון נייע אנטדעקטע פאקטן. א טעאריע גילט אזוי לאנג ביז זי איז אימשטאנד צו דערקלערן אלע באקאנטע דערשיינונגען, וואס געהערן צו איר געביט. ווען עס ווערט אנטדעקט א דערשיינונג, וועלכע שטימט נישט מיט דער טעאריע מוז מען די טעאריע צופאסן צו דער דערשיינונג. אויב דאס לאזט זיך נישט מאכן איז די טעאריע באנקראט, זי מוז פארביטן ווערן מיט אן אנדערער. אט דאס איז געשען מיט דער טעאריע פון די עלעקטרישע פליסיקייטן און דעם שטורים דערצו האבן געגעבן די דערשיינונגען פון עלעקטרישן שטראם. דער געניאלער ענגלענדער פאראדיי האט געמאכט א ריי מערקווירדיקע אנטדעקונגען אויף דעם געביט. וויכטיקער פאר אלץ איז געווען די אנטדעקונג פון דער אזוי גערופענער אינדוקציע. לאמיר זיך פארשטעלן צוויי דראטן, וועלכע געפינען זיך איינער לעבן אנדערן און זענען צווישן זיך נישט פארבונדן. אויב דורכן ערשטן דראט פליסט אן עלעקטרישער שטראם קומט פאר פאלגנדעס: אין דעם מאמענט ווען דער שטראם הויבט אן אדער הערט אויף צו פליסן אין דעם ערשטן דראט, באווייזט זיך אן עלעקטרישער שטראם אין צווייטן דראט. פאראדיי האט עס דער ערשטער באמערקט, האט גענוי אויסגעפארשט די דערשיינונג און האט ארויסגעפונען, אז א גרויסע ראלע מוז דא שפילן דער שטאף, וועלכער רינגלט ארום ביידע דראטן. עס איז, למשל,

אן אונטערשייד צי ביידע דראָטן געפינען זיך פּראָסט אין דער לופט אָדער זענען אָפּגעטיילט דורך אן אנדער שטאָף. פאראדיי האָט זיך פארקלערט וואָס אייגנטלעך קומט פאָר אָט אין דער דערשיינונג פון אינדוקציע און ביי אנדערע עלעקטרישע עקספּערימענטן. ווי קען עס אין אונזער ביישפּיל געמאָלט זיין, אז די עלעקטרישע ווירקונג זאָל אזוי צו זאָגן אריבערשפּרינגען פון איין דראָט אויף דעם צווייטן? און פארוואָס עפּעס האָט א באדייטונג דער שטאָף צווישן די דראָטן? נישט אנדערש האָט געענטפערט פאראדיי, אז די עלעקטרישע קראַפט פארשפּרייט זיך ארום יעדער דורכפירער פון עלעקטריע, אז די עלעקטרישע ענערגיע פילט אָן דעם רוים ארום דעם דראָט!

דאָס איז געווען א שפּאָגל נייע פאָרשטעלונג, און עס האָט געדויערט צייט ביז פאראדיי׳ס האָט געפונען אנערקענונג. פּראקטיש האָבן זיינע עקספּערימענטן און געדאנקען געבראכט גאָר אין גיכן צו די גרעסטע רעזולטאטן, — די מייסטע צווייגן פון דער מאָדערנער עלעקטראָטעכניק זענען אויפגעבויט אויף דער אינדוקציע. טעאָרעטיש האָט פאראדייס טעאָריע מנצח געווען די אלטע פאָרשטעלונגען, ערשט צום סוף פון זיין לעבן און נאָך שפּעטער, ווען ער האָט געפונען א מיטהעלפער אין דער פערזאָן פון א צווייטן גרויסן פיזיקער מאקסוועל. מאקסוועל האָט איינגעקליידעט פאראדייס געדאנקען אין דער שפּראַך פון מאטעמאטישע פאָרמולן, און האָט אזוי צו זאָגן רעכנעריש דערוויזן, אז פאראדיי איז גערעכט. פאראדיי און מאקסוועל האָבן פארמאָגט אויסצוטייטשן די נייאנטדעקטע עלעקטרישע ערשיינונגען, וועלכע זיינען געווען נישט פארשטענדלעך לויט דער טעאָריע פון די עלעקטרישע פליסיקייטן. אזוי ארום האָט די נייע טעאָריע שריט ביי שריט ארויסגעשטויסן די אלטע. איין זאך האָט נאָך געפעלט אום דאָס נייע זאָל ענדגילטיק נעמען די אויבערהאנט. עס האָט געפעלט דער עקספּערימענט, וועלכער זאָל באשיינפּערלעך זוויזן יענע אויסשפּרייטונג פון דער עלעקטרישער ענערגיע, וועלכע איז געדרינגען פון פאראדייס און מאקסוועלס טעאָריע. ווי לאנג קיינער האָט נישט געהאט דערוויזן, אז אָט די אויסשפּרייטונג אָדער אויסשטראַלונג פון עלעקטרישער ענערגיע איז א ממשותדיקער פאקט האָט מען געקענט זאָגן אזוי: פאראדייס געדאנקען זענען טאקע ריכטיק אין דער טעאָריע, נאָר ווער ווייסט, אפשר איז דאָס בלויז א קאָפּ-שטיק, וואָס אנטשפּרעכט נישט אינגאנצן דער ווירקלעכקייט! דער יונגער דייטשער פיזיקער היינריך הערץ האָט זיך געשטעלט פאר אן אויפגאבע צו מאכן א סוף מיט דער אומקלאָרקייט. איז פאראדיי גערעכט דעמאָלסט מוז זיך די עלעקטרישע ענערגיע אויסשפּרייטן אין געשטאלט פון עלעקטרישע כוואליעס, און עס מוז זיין

א מיטל צו דערטאַפּן אָט די כוואַליעס. הערץ האָט גענומען טראַכטן און פאָרשן ווי אַזוי צו שאַפן קינסטלעך עלעקטרישע כוואַליעס פון אַזאַ גרויס און פאַרנעם, אַז מען זאָל זיי קענען אויסשפּירן אין די ווענט פון א לאַבאָראַטאָריע. אין יאָר 1888, ווען פאַראַדיי און מאַקסוועל זענען שוין געווען טויט, האָט אים די זאַך אָפּגעגליקט. ער האָט דורכגעפירט דעם עקספּערימענט מיט קינסטלעכע עלעקטרישע כוואַליעס און אַלץ איז צוגעגאַנגען אַזוי ווי פאַראַדיי האָט פאָרויסגעזאָגט און ווי מאַקסוועל האָט באַרעכנט. פאַר דער וויסנשאַפט איז דאָס געווען אַן אויסערגעוויינלעכע דערגרייכונג, און ווער ווייס צום וויפלטן מאָל אין דער געשיכטע איז פון טעאָרעטישע חקירות דערהאַלטן געוואָרן א פּראַקטישער נוצן. הערץ'ס עלעקטרישע כוואַליעס זענען געוואָרן דער פונדאַמענט פון דער ראַדיאָ־קאָמוניקאַציע.

די ערשטע אַפּאַראַטן פאַרן ראַדיאָ־טעלעגראַף זענען געווען פאַרגרעסערטע און אַביסל פאַרבעסערטע קאָפּיעס פון דעם אַפּאַראַט, וועלכן הערץ האָט געהאַט אויפגעבויט פאַר זיינע עקספּערימענטן. אויב די ראַדיאָ־קאָמוניקאַציע האָט איצט אין איר רשות נישט בערך פיינערע אַפּאַראַטן, אויב צו דער ראַדיאָ־טעלעגראַפיע איז צוגעקומען די ראַדיאָ־טעלעפאָניע, האָבן מיר עס צו פאַרדאַנקען ווידער אַמאָל דער ריינער טעאָריע.

די געדאַנקען פון פאַראַדיי און מאַקסוועל זענען נישט דאָס לעצטע וואָרט פון דער איצטיקער וויסנשאַפט. די דאָזיקע געדאַנקען גיבן א גענויע שילדערונג וועגן דער פאַרשפּרייטונג פון די עלעקטרישע קרעפטן. זיי פאַרטייטשן בעסער די אַלע פריערדיקע טעאָריעס, ווי אַזוי גייט עס צו אין די פאַרשידנאַרטיקע עלעקטרישע ווירקונגען. אָפן בלייבט פאָרט די פראַגע, וואָס איז אַזוינס עלעקטריע. די נייערע טעאָריעס גיבן אויך דערויף אַן ענטפער, וועלכער שטיצט זיך אויף פאַקטן און עקספּערימענטן פון דער סאַמע לעצטער צייט. די עלעקטרישע דערשיינונג — זאָגט די איצטיקע טעאָריע — קומען פאָר ווי ס'האָבן באַשריבן פאַראַדיי און מאַקסוועל. עס עקזיסטירן טאַקע אויסגעשפּרייטע כוואַליעסווייז עלעקטרישע קרעפטן, אָבער דער גרונט פון די אַלע דערשיינונגען באַשטייט אין באַוועגונגען און איבערגרופּירונגען פון קלענסטע טיילכעלעך עלעקטריע. עלעקטריע באַשטייט פון די דאָזיקע קלענסטע טיילכעלעך אָדער „עלעקטראָנען", אַקוראַט ווי יעטוועדער שטאָף באַשטייט פון זיינע קלענסטע טיילכעלעך, פון די אַטאָמען. די פאָרשטעלונג וועגן עלעקטראָנען האָט אויסערגעוויינלעך באַפרוכפּערט די נייעסטע נאַטורפאָרשונג. נישטאָ די דערשיינונג פון פיזיק און כעמיע וווּ מען זאָל זיך נישט אָנשטויסן אויף

עלעקטראָנען. און מיר האָבן שוין געהאַט א געלעגנהייט צו באַהאַנדלען די קלייניקייט פון דעם עלעקטראָן (קאַפּיטל I) אי צו באַטראַכטן עלעקטראָנען-שטראַלן (קאַפּיטל 7). כדי בעסער צו פאָרשן די עלעקטראָנען נוצט מען רערלעך אָדער פאַרמאַכטע גלעזלעך ווו די לופט איז אויסגעפּאָמפּעט און עס הערשט כמעט פולקאָמע פוסטקייט. אין אַזוינע רערלעך קענען זיך די עלעקטראָנען פריי באַוועגן און בשעת מעשה איז באַקוועמער זיי נאָכצושפּירן. זייער א סך שאַרפזיניקייט און זייער א סך מי האָט עס אָפּגעקאָסט די געלערנטע ביז זיי זענען דערגאַנגען אויף גענוי וואָס קומט פאָר מיט די עלעקטראָנען אין די דאָזיקע טרייבלעך. וואָס זענען זיי אויסן געווען מיט אַלעם דעם? בלויז די טעאָריע, בלויז דערגיין די נאַטור פון עלעקטראָנען און פון עלעקטריע. און די רעזולטאַטן? אין אַקאָרשט דערמאָנטן קאַפּיטל 7 האָבן מיר געזען ווי די עלעקטראָנען-פאָרשונג האָט געשאָנקען דער מענטשהייט די רענטגען-שטראַלן. איצט וועלן מיר צוגעבן, אַז אין דער ראַדיאָ-קאָמוניקאַציע האָבן די עלעקטראָנען-טרייבלעך אומגעריכט באַקומען א נאָך ברייטערע אויסנוצונג. יעדער לעמפּל פון א ראַדיאָ-אַפּאַראַט שטעלט מיט זיך פאָר אַן עלעקטראָנען-טרייבל.

וועגן די דאָזיקע עלעקטראָנען-לעמפּלעך וועט זיין ביי אונז די רייד שפּעטער. אפריער מוזן מיר זיך באַקענען מיט דעם אופן ווי אַזוי מען האָט איינגעשפּאַנט די ראַדיאָ-כוואַליעס אין וואָגן פון קאָמוניקאַציע.

2

ס'איז נישט אַזוי לייכט זיך איינצולעבן מיט דער פאָרשטעלונג וועגן עלעקטרישע כוואַליעס, און דעם לעזער וועט עס אפשר אָנקומען לייכטער, אויב מיר וועלן אפריער באַטראַכטן אַן אַנדער מין כוואַליעס, מער היימישע און נאָענטע, דאָס זענען די קלאַנג-כוואַליעס. מיר הערן קלאַנגען א דאַנק דעם, וואָס זיי פאַרשפּרייטן זיך ווי כוואַליעס אין דער לופטן און דערגייען פון דעם קערפּער, וועלכער גיט אַרויס דעם קלאַנג ביז צו אונזער אויער. קלאַנגען און טענער זענען אַלעמען באַקאַנט און יעדער איינער ווייסט, אַז עס זענען פאַראַן פאַרשידענע קלאַנגען און טענער. יעדער איינער האָט געהערט מוזיק און האָט געהאַט הנאה פון די געזונגענע אָדער געשפּילטע קלאַנגען. פּונקט ווי א פאַרלעזונג אָדער א שריפט באַשטייט פון א באַשטימטער קאָמבינאַציע פון ווערטער, אַזוי איז יעדע מוזיק א באַשטימטע קאָמבינאַציע פון טענער. וואָס זשע אַזוינס איז יעדער טאָן פאַר זיך, ווי ווערט ער געשאַפן? דער פיזיקער גיט דערויף א פּראָזאַישן

ענטפער. ער צעליינט די האַרמאָניע פון א מוזיקאַלישן ווערק אויף איינצלנע טענער און ער זאָגט, אז יעדער טאָן באַשטייט פּשוט אין דעם, וואָס די לופט־טיילכעלעך שאָקלען זיך, וויברירן אויף א באַשטימטן אופן. אזוי זאָגט דער פיזיקער און ער קען עס אייך באַווייזן, אז דער אונטערשיד פון איין טאָן ביז צו א צווייטן באַשטייט אין דער צאָל שאָקלונגען (וויברירונגען) פון די לופט־טיילכעלעך אין א מינוט אָדער סעקונדע. ער קען אייך דערווייזן, אז אין א קלאַוויר, למשל, זענען פאַראַן עטלעכע צענדליק סטרונעס פון פאַרשידענע גרעב און לענג, כדי יעדער סטרונע זאָל אַרויסרופן אין דער לופטן אן אייגנאַרטיקע וויברירונג לויט דער לענג און גרעב פון דער סטרונע. ער וועט אייך אויפמערקזאַם מאַכן, ווי דער פידל־שפּילער שפּרינגט מיט זיינע פינגער איבער די סטרונעס און וועט אייך אויסטייטשן, וואָס איז דער שפּילער אויסן מיט די דאָזיקע באַוועגונגען: דער פידלער מאַכט די סטרונע קירצער אָדער לענגער, לויט דעם וויברירט די לופט מיט דער אָדער יענער גיכקייט און מיר הערן דעם אָדער יענעם טאָן. מיט איין וואָרט, יעדער טאָן האָט זיך זיין באַשטימטע צאָל וויברירונגען.

מען דאַרף נישט זיין קיין פאַכמאַן אין מוזיק, כדי צו וויסן, אז עס זענען פאַראַן טענער הויכע און נידעריקע. איר מוזט אָבער דאָ זיין זייער פאָרזיכטיק און זיך היטן פון א פעלער, פון צונויפמישן צוויי אינגאַנצן פאַרשידענע באַגריפן: פון איין זייט וועגן טענער הויכע און נידעריקע און פון דער אַנדערער — וועגן טענער שטאַרקע און שוואַכע. א הויכער טאָן, דאָס איז א טאָן, וועלכן עס אַנטשפּרעכט זייער א גרויסע צאָל וויברירונגען פון דער לופט אין א סעקונדע. א נידעריקער טאָן באַציט זיך פאַרקערט צו א קליינער צאָל וויברירונגען. לאָמיר רעדן דייטלעך. איר זייט צוגעגאַנגען צו א קלאַוויר און האָט אָנגערירט א קלאַוויש פון כאַמע לינקס. עס דערהערט זיך א טעמפּער טאָן ווי פון א באַס. דאָס איז א נידעריקער טאָן, און דער פיזיקער קען אייך ווייזן, אז די סטרונע האָט אַרויסגערופן אין דער לופט וויברירונגען, וועלכע קומען פאָר מיט אן אָפטקייט פון עטלעכע צענדליק אין א סעקונדע. דערנאָך נעמט מען א טאָן אויף דער כאַמע רעכטער קלאַוויש. איר הערט א קלינגענדיקן טאָן, און דער פיזיקער קען ווייזן, אז איצט איז די אָפטקייט פון די וויברירונגען פיל א גרעסערע, זי דערגייט ביז צו עטלעכע טויזנט א סעקונדע. אזא טאָן ווערט אָנגערופן א הויכער. לאָמיר נעמען א באַליביקע קלאַווישע אין קלאַוויר און מאַכן אזא פּרווו: לאָמיר שוואַך אָנרירן די קלאַווישע, דערנאָך שטאַרקער און שטאַרקער און צולעצט לאָמיר זי א קלאַפּ טאָן מיטן גאַנצן כח פון דער האַנט. צוערשט וועלן מיר באַקומען א טאָן, וואָס וועט זיך קוים הערן

אין דעם זעלביקן צימער און צולעצט ווען דער טאָן פאַרהילכן די פאַנ־צע שטוב און ווען אפשר געהערט ווערן אויף דער גאַס. אזוי ארום וועלן מיר פון דער איין קלאַווישע, ד. ה., פון איין און דערזעלביקע סטרונע ארויסבאַקומען שוואַכע און שטאַרקע טענער. א מענטש מיט א מוזיקאַלישן געהער וועט אויך דערביי זאָגן, אז איר האָט גענומען כסדר די זעלביקע נאָטע. פאַרוואָס וועט ער זאָגן אזוי? דערפאַר וואָס דער מוזיקאַלישער אויער אונטערשיידט די קלאַנגען אויסשליסלעך לויט דער אָפטקייט פון די וויברירונגען, בנוגע דערצו איז אַלץ איינס, צי דער קלאַנג איז א שטאַר־קער אָדער א שוואַכער. פון וואַנען זשע נעמט זיך די שוואַכקייט אָדער שטאַרקייט פון קלאַנגען און וואָס איז דער שכל פון דעם דאָזיקן אונטער־שייד. דאָס געהערט צו דער פאַרשפּרייטונג פון קלאַנגען און טענער, און דערויף מוז מען זיך באַזונדער אָפּשטעלן.

מיר האָבן באַרירט די קלאַווישע פון קלאַוויר און א העמערל אינע־ווייניק האָט א קלאַפּ געטאָן איבער דער סטרונע. מיר האָבן מיטן סמי־טשעק א פיר געטאָן איבער דער סטרונע פון פידל. מיר האָבן אריינגע־שפּילט אין א בלאָז־אינסטרומענט ד. ה. מיט דער קראַפט פון אונזערע לונגען האָבן מיר געבראַכט אין באַוועגונג די לופט־זייל אין דעם אינסטרומענט. אין די אַלע דריי פאַלן האָבן מיר באַקומען א באַשטימטן טאָן. א דאַנק דעם, וואָס די לופט ארום דעם מוזיק־אינסטרומענט האָט גענומען וויברירן מיט א באַשטימטער אָפטקייט. אויב דער טאָן איז גע־ווען א גענוג שטאַרקער, ד. ה. אויב מיר האָבן אריינגעגעבן אין דער וויברירונג גענוג ענערגיע, האָט מען דעם טאָן געקענט הערן אויף א ווייטן שטח. זאָל דאָס נאָך אַמאָל אונטערגעשטראָכן ווערן, אז ווו מען האָט נישט געהערט דעם טאָן, איז ער אומעטום געווען דער זעלביקער, ער האָט אומעטום געהאַט די זעלביקע הויך, ער האָט אומעטום ארויסגערופן וויברירונגען פון דער זעלביקער אָפטקייט. פון דעם אָרט, ווו מיר האָבן ארויסגערופן דעם טאָן, האָט ער זיך פאַרשפּרייט אין פאַרשידענע ריכטונגען, און וואָס פאַרא טאָן דאָס זאָל נישט האָבן געווען, האָבן פאַר אים געגאָלטן פאָלגנדע געזעצן ווענן דער פאַרשפּרייטונג אָדער שטראַלונג פון טענער. דאָס ערשטע געזעץ: א טאָן, וועלכער איז געשאַפן געוואָרן אין איין אָרט פאַרשפּרייט זיך ווייטער אין זיין הויכקייט אָדער נידעריקייט און בייט נישט זיין נאַטור בשעת דער פאַרשפּרייטונג. דאָס צווייטע געזעץ: טאָן דערגרייכט ווייטער אָדער נענטער לויט זיין שטאַרקייט. א שטאַר־קער טאָן געשפּילט מיט א סך ענערגיע שטראַלט אויף א ווייטן שטח. א שוואַכער טאָן מיט ווייניקער ענערגיע הערט זיך אויף א קלענערן שטח אָט

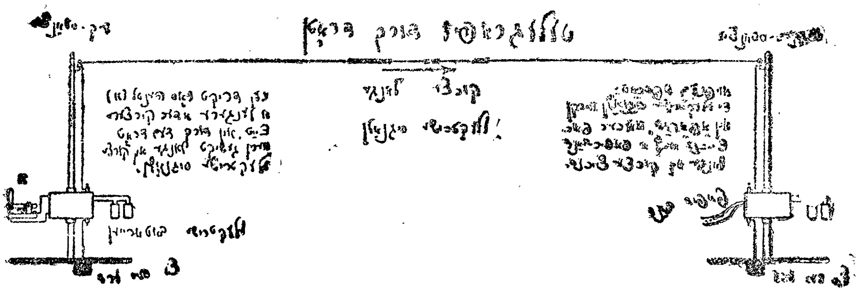
אזוי קען געמאָלט זיין א הויכער און שוואכער טאָן און פארקערט א נידעריקער און שטארקער.

צו יעדן טאָן געהערט זיין קלאנג-קוואליע אין דער לופטן און מען קען אוטערשיידן די טענער אויך לויט די קלאנג-קוואליעס. די לענג פון דער קלאנג-קוואליע שטייט אין א פארקערטער באציונג צו דער אָפטקייט פון די וויברירונגען. וואָס נידעריקער דער טאָן, וואָס קלענער די צאָל פון זיינע וויבירונגען, אלץ לענגער איז די אנטשפרעכנדיקע קלאנג-קוואליע און וואָס העכער דער טאָן איז די קלאנג-קוואליע אלץ קירצער. יעדער טאָן פארשפרייט זיך מיט אן אומפארענדערלעכער לענג פון דער קוואליע און לאָזט זיך הערן נענטער אָדער ווייטער לויט דעם, צי ער ווערט געשפילט מיט ווייניקער אָדער מערער ענערגיע.

די אקארשט באשריבענע כללים גילטן אלגעמיין פאר אלע סאָרטן קוואליעס זוי פארשיידן עס זאָל נישט זיין זייער נאטור. זיי גילטן אויך פאר עלעקטרישע קוואליעס און דערקלערן די אויסנוצונג פון די ראַזיקע קוואליעס אי ראדיאָ. די זאך ווערט אָבער פארקאָמפליצירט דורך דעם, וואָס מיר באזיצן נישט קיין חוש פאר עלעקטריע. נישטאָ ביי אונז קיין ארגאנען, וועלכע זאָלן זיך דירעקט אָפרופן אויף עלעקטרישע ערשיינונגען. במילא שפירן מיר נישט קיין עלעקטרישע קוואליעס, כיידן מיר זאָלן זיך באוואָפענען מיט א קינסטלעכן עלעקטרישן אויער, וועלכער איז יאָ אימשטאנד צו אנטפלעקן די דאָזיקע קוואליעס. אזוינע קינסטלעכע עלעקטרישע אויערן עקזיסטירן זינט היינריך הערץ און עס זענען פאראן אויך אינסטרומענטן אויף ארויסצוגעבן עלעקטרישע טענער אָדער — ווי מען איז געוווינט צו זאָגן — אויף ארויסצושיקן עלעקטרישע קוואליעס. שטעלט זיך דאָס פאָר — און איר וועט פארשטיין, אז אזוינע עלעקטרישע אויערן דינען ווי אויפנאם-אפאראטן פארן ראדיאָ און, אז די עלעקטרישע שפיל-אינסטרומענטן זענען איינגעשטעלט אויף די צענטראלע ארויסשיק-סטאציעס פארן ראדיאָ. נעמט נאָך אין באטראכט, אז פארשידענע ראדיאָ-סטאציעס שפילן זייערע טענער איינע מיט מערער די אנדערע מיט ווייניקער ענערגיע און איר וועט האָבן א פארשטעלונג פארוואָס איניקע סטאציעס איז לייכטער אויפצונעמען און די אנדערע שווערער, און פארוואָס א נאָענטערע סטאציע הערט זיך ב... ווי א ווייטע. שטעלט זיך נאָר פאָר, אז די עלעקטרישע „אויערן" זענען נישט געגליכן צו דעם מענטשלעכן אויער און קענען חרן ואיינרעגולירט אזוי, אז אין יעדער געגעבענעם מאָמענט נעמען זיי אויף בלויז עלעקטרישע קוואליעס מיט א באשטימטער לענג ד. ה. באנעמען בלויז איין עלעקטרישן טאָן און זענען שטום פאר אלע איבעריקע טענער. דאָס וועט

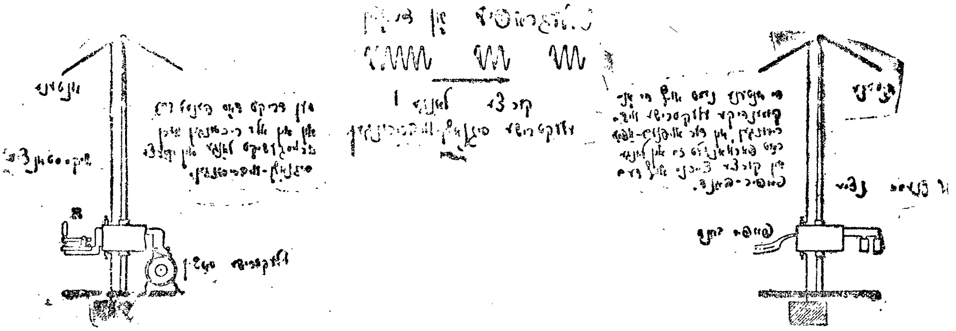
אייך פארענטפערן די הארבע פראגע ווי אזוי די אויפנאם-אפאראטן פאר ראדיא ווערן נישט פארטויבט און פארהילכט פון די סך ראדיא-סטאציעס און ווי אזוי די ארויסשיק-סטאציעס פאלן נישט אריין איינע די אנדערע אין די רייד.

ווי אזוי זענען געשאפן די מכשירים אויף ארויסצוגעבן די עלעקטרישע טענער ד. ה. אויף ארויסצושיקן עלעקטרישע כוואליעס, דאס איז נישט אזוי לייכט צו באשרייבן, אויב מען וויל זיך נישט צו פיל פארטיפן אין די קענטשאפט פון עלעקטריע. מיר וועלן אין אלגעמיין באטראכטן, ווי אזוי קומט פאר די ראדיא-קאמוניקאציע. מיר וועלן נעמען צו הילף עטלעכע צייכענונגען (די צייכענונגען זענען באארבעט לויט א דייטשן אריגינאל, וועלכער געפינט זיך אין „דייטשן מוזעאום“, מינכען), און וועלן באהאנדלען פאראלעל די קאמוניקאציע דורך דראטן און אן דראטן.



אויף צייכענונגען 1 איז פארגעשטעלט די סכעמע פון דעם געוויינלעכן טעלעגראף דורך דראטן. א ביסל זענען מיר באקאנט מיט אים פון דעם פריערדיקן קאפיטל (קאפיטל 12). אויף דער סכעמע זעט איר פאלגנדעס: אין דער שיק-סטאציע זענען איינגעשטעלט עלעקטרישע באטארייען, ענלעכע צו יענע קליינע באטארייקעס, וואס ווערן גענוצט אין די טאש-לאמטערנעס. די עלעקטרישע באטארייען ליפערן א שטראם. דער דאזיקער שטראם קען דורכגיין דורך דעם דראט, וועלכער פארבינדט די שיק-סטאציע מיט דער אויפנאם-סטאציע. דער שטראם קען דורכגיין דורכן דראט אבער ער טוט עס נישט, כל-זמן מיר האבן נישט „געשלאסן“ דעם שטראם קרייז. דאס לעצטע קומט פאר, ווען מיר דריקן דאס הענטל (א). דריקן מיר דאס הענטל אויף א קורצע ווייַלע, וועט דורכן דראט אדורכגיין א קורצער עלעקטרישער סיגנאל; דריקן מיר דאס הענטל א לענגערע צייט

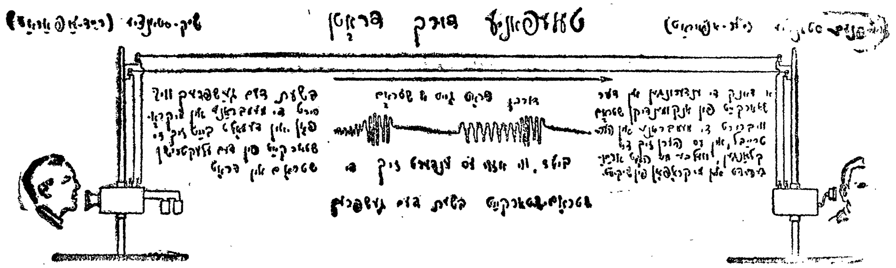
באַקומט זיך אַ לאַנגער עלעקטרישער סיגנאַל. די סיגנאַלן פון ביידע אַרטן דערגייען דורך דעם דראָט ביז צו דעם אויפנאַם-אַפּאַראַט, און אין דעם לעצטן קומט פאָר אַזוי: די אָנקומענדיקע עלעקטרישע סיגנאַלן ברענגען אין באַוועגונג אַ שרייבשטיפט און לויט דעם דויער פון סיגנאַל פאַרשרייבט דער שטיפט אויף אַ פּאַפּיר-באַנד (פּאַפּיר-טאַשמע) קורצע אָדער לאַנגע צייכנס. עס איז פאַראַן ביי די טעלעגראַפיסטן אַן אָנגענומענער אַלף-בית, ווו יעדער אות באַשטייט פון אַ געוויסער קאָמבינאַציע פון קורצע שטריכן מיט לאַנגע.



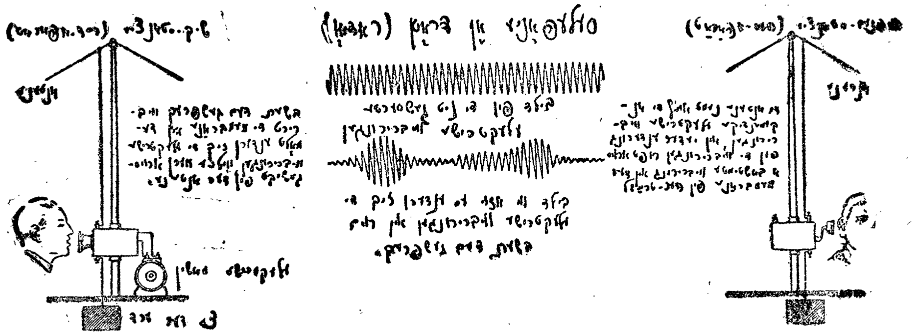
איצט גיט אַ קוק אויף די צייכענונג 2. אויף דער שיק-סטאַציע אַרבעט אַן עלעקטרישע מאַשין. זי קען אַרויסגעבן אַן עלעקטרישן טאָן און כדי דאָס זאָל געשען, דאַרף מען אַנדריקן אַ הענטל, פּונקט ווי אין אַ געוויינלעכן טעלעגראַף. מיט דער הילף פון דעם הענטל שאַפט זיך אַ פאַרבינדונג צווישן דער עלעקטרישער מאַשין און דער „אַנטענע" (לופט-דראָט), וועלכער איז אויסגעשפּרייט איבער דער שיק-סטאַציע. פון דער אַנטענע פאַרשפּרייטן זיך דעמאָלסט אין אַלע ריכטונגען עלעקטרישע סיגנאַלן וויברירונגען, און די סיגנאַלן זענען קורצע אָדער לאַנגע לויט דעם, צי מען האָט דאָס הענטל צוגעדריקט אויף אַ קורצערע אָדער לענגערע צייט. ווי געזאָגט פאַרשפּרייטן זיך די סיגנאַלן אין אַלע ריכטונגען, ווו נאָר עס איז פאַראַן אַן אַפּאַראַט, וועלכער איז אומשטאַנד אויפצונעמען דעם באַטרעפנדן עלעקטרישן טאָן, קען מען אויפנעמען די דעפּעש. די אַנטענע פון דער אויפנאַם-סטאַציע כאַפּט אויף דעם טאָן און לאָזט ווירקן די אויפגענומענע וויברירונגען אויף אַ שרייב-שטיפט. דאָס ווייטערדיקע קומט פאָר ווי ביים געוויינלעכן טעלעגראַף.

די מעלה פון דעם טעלעגראַף באַשטייט נישט בלויז דערין, וואָס ער שאַפט אָפּ די טייערע נעץ פון דראָטן. א חוץ דעם קען איין און די

זעלביקע דעפּעש איינציייטיק אויפגענומען ווערן דורך אן אומבאגרענעצטע צאָל סטאַציעס.



אויב דאָס איז אַ גרויסע מעלה פאַרן ראַדיאָ-טעלעגראַף, איז דער ווערט דערפון פאַרן ראַדיאָ-טעלעפאָן שוין אוממאשרייבלעך גרויס. ווי-דער אמאָל וועלן מיר אָנהויבן פון דעם געוויינלעכן טעלעפאָן. דער גע-וויינלעכער טעלעפאָן איז ענלעך צו דעם טעלעגראַף אין דער באַציונג, וואָס פון דער שיק-סטאַציע גייט אַן עלעקטרישער שטראָם איבער אַ דראָט ביז צו דער אויפנאַם-סטאַציע. דער אופן אָבער, ווי אַזוי עס קומט פאָר אַ טעלעפאָנישער געשפּרעך, איז גאָר נישט דער, וואָס ביים טעלעגראַף. די צייכנונג 3 דאַרף געבן אַ באַגריף וועגן דעם דאָזיקן אונטערשייד. מיר זעען דאָ ווי דורכן טעלעפאָנישן דראָט גייט דורך כסדר אַ שטראָם. דער שטראָם גייט אין דראָט אויך דעמאָלסט, ווען מען רעדט נישט. בשעתן ריידן קומט דאָ פאָר אַ מערקווירדיקע ערשיינונג. מען רעדט אריין אין אַ טרייבל, וואָס רופט זיך „מיקראָפאָן". אין דעם מיקראָפאָן איז איינגע-שטעלט אַ פיינע בוויגעוודיקע מעמבראַנע, און אַ דאַנק די קלאַנגען פון דער מענטשלעכער שטים ציטערט די מעמבראַנע, זי וויברירט. די קונץ פון טעלעפאָן באַשטייט דעריין, וואָס די וויברירונגען פון דער מעמבראַנע רופן זיך באַלד אָפּ אויפן שטראָם, וועלכער גייט דורך דעם דראָט: יע-דער וויברירונג ווירקט אויף די שטאַרקייט פון דעם שטראָם, און אַזוי ארום דערגייט צו דער אויפנאַם-סטאַציע נישט קיין באַשטענדיקער שטראָם, נאָר אַ ציטערנדיקער, אַ וויברירנדיקער. דער מכשיר פון דעם טעלעפאָנישן הער-אַפּאַראַט רופט זיך אָפּ אויף די ענדערונגען פון דער שטאַרקייט פון אָנגעקומענעם שטראָם און לאָזט ציטערן די מעמבראַנע אין הער-טרייבל, אָט די לעצטע מעמבראַנע חזרט איבער, זי קאָפּירט אַלע באַוועגונגען פון דער מיקראָפאָן-מעמבראַנע, און אָט אַזוי הערט מען אויף דער אויפנאַם-סטאַציע אַלץ, וואָס מען רעדט אין מיקראָפאָן פון דער שיק-סטאַציע.



לאָמיר זיך איצט ווענדן צו דער צייכענונג 4. פון דער שיק-סטאַציע לויפן נישט קיין שום דראָטן, דערפאַר איז איבער דער סטאַציע אויסגעשפּרייט אַן אַנטענע. עס אַרבעט דאָ אַן עלעקטרישע מאַשין, און פון דער אַנטענע פאַרשפּרייט זיך אין אַלע ריכטונגען עלעקטרישע וויברירונגען, זיי פאַרשפּרייטן זיך אומגעשטערטערהייט און זענען שטום, נישט געהערט. אַ וואָסער נישט איז אויפנאַם-סטאַציע קען אויפנעמען די דאָזיקע וויברירונגען, אָבער זיי וועלן דאַרטן גאַרנישט זאָגן. איצט הויבט מען אָן צו רעדן אין מיקראָפאָן פון דער שיק-סטאַציע, די קלאַנגען פון דער שפּראַך ווירקן אויף דער מעמבראַנע, און דאָס רופט זיך אָפּ אויף די אַרויסגעשיקטע עלעקטרישע וויברירונגען. זיי ענדערן זיך כסדר און יעדער ענדערונג אַנטשפּרעכט אַ באַשטימטן קלאַנג. די עלעקטרישע וויברירונגען זענען איצט געגליכן צו אַ קאַנווע, אויף וועלכער עס איז אויסגענייט אַ בילד. די וויברירונגען טראָגן מיט זיך די עלעקטרישע אָפּשפּיגלונג פון די אַריינגערעדטע קלאַנגען. ווער עס וועט איצטער אויפנעמען די וויברירונגען אין אַ געהעריקן אַפּאַראַט מיט אַ טעלעפאָנישע הערטרייבל, וועט באַקומען צו הערן אַלע קלאַנגען, וועלכע מען האָט אַריינגערעדט אין מיקראָפאָן פון דער שיק-סטאַציע.

3

די אַקאָרשט געשילדערטע סכעמעס פון ראַדיאָ-טעלעגראַף און ראַדיאָ-טעלעפאָן שטעלן מיט זיך פאָר דעם לעצטן שטאַפּל פון אַ מער ווי דרייסיק-יאָריקער אַנטוויקלונג. געלערנטע און טעכניקער פון גאַר דער וועלט האָבן געגעבן זייער צושטייער, כדי פון דעם קליינעם אָנפאַנג זאָל אויסוואַקסן דער איצטיקער אַלוועלטלעכער ראַדיאָ. דאָס סאַמע אינטער-

נאציאָנאַלע פון די מאָדערנע מיטלען פאַר קאָמוניקאַציע איז אויך לויט זיין אַפּשטאַם דורך און דורך אינטערנאַציאָנאַל.

דער דייטשער ייד היינריך הערץ, וועלכער האָט דער ערשטער געשאַפן קינסטלעכע עלעקטרישע כוואַליעס איז געווען ווייט פון פּראַקטישן לעבן און עס איז אים גאָר אין קאָפּ נישט איינגעפאַלן, אַז די אַנטדעקונג זאָל קענען האָבן אַ פּראַקטישע באַדייטונג. עס האָט אים ווייניק געאַרט, וואָס די עלעקטרישע כוואַליעס, וועלכע עס פלעגט אויסשטראַלן זיין אַפּאַראַט זענען געווען שוואַך און וואָס זיין אויפנאַם־אַפּאַראַט פאַר די כוואַליעס איז געווען זייער ווייט פון פולקאָמענהייט. נאָר דער ריין טעאָרעטישער אינטערעס צו די נייע כוואַליעס איז געווען צווישן די געלערנטע אַזוי גרויס, אַז אין אַ סך לאַבאָראַטאָריעס האָט מען איבערגעחזרט אין טיילווייז פאַרבעסערטע הערץ'ס עקספּערימענטן. אין יאָר 1890 האָט דער פראַנצויז בראַנלי אַרויסגעפונען אַ פּראַקטישן עלעקטרישן אויער אויף אויפצונעמען הערצישע כוואַליעס. מיט עטלעכע יאָר שפּעטער האָט דער ענגלענדער אַליווער לאָדזש אַרויסגעגעבן אַ ספּעציעל ווערק איבער די דאָזיקע כוואַליעס. עד און אַ צווייטער באַוווּסטער ענגלישער פיזיקער וויליאַם קרוקס האָבן קלאָר און דייטלעך אַרויסגעזאָגט דעמאָלט דעם געדאַנק, אַז די נייע כוואַליעס קען מען און וועט מען אויסנוצן אויף צו געבן סיגנאַלן, אין יאָר 1895 איז זייער פאָרויסזאָגונג מקוים געוואָרן. אין דעם יאָר האָט דער רוסישער פיזיקער אַ. ס. פּאָפּאָוו געשאַפן דעם ראַדיאָ־טעלעגראַף.

אַ. ס. פּאָפּאָוו, אַ פּראָפעסאָר אין קראָנשטאַט, האָט זיך געוואָלדיק פאַראינטערעסירט מיט הערצס עקספּערימענטן און מיט אַליווער לאָדזש'ס מיינונגען וועגן זיי. ער האָט אין זיין לאַבאָראַטאָריע איבערגעחזרט די עקספּערימענטן און איז געפאַלן אויף אַ גענִיאַלע המצאה. כדי בעסער אויפצונעמען די עלעקטרישע כוואַליעס האָט ער בראַנלים עלעקטרישן אויער פאַרבונדן מיט אַ לאַנגן ווערטיקאַלן דראָט, וועלכער האָט זיך דערהויבן איבער דער געבײַדע און אויף אַזאַ אופן האָט ער אויסערגעוויינלעך פאַרשטאַרקט די שפּירעוודיקייט פון דעם עלעקטרישן אויער. פּאָפּאָוו האָט איינגעזען, אַז די זאַך קען זיך פאַרוואַנדלען אין אַ מין טעלעגראַף אָן דראָטן און האָט אין דער ריכטונג איבערגעבויט די אַפּאַראַטן אויף אַרויסצושיקן און אויף אויפצונעמען די עלעקטרישע כוואַליעס. אין פרילינג 1896 האָט פּאָפּאָוו אין פּעטערבורגער אוניווערסיטעט דעמאָנסטרירט אַ פולשטענדיקן ראַדיאָ־אַפּאַראַט. אַ לופט־דראָט, פון וועלכן עס האָט זיך שפּעטער אויסגעבילדעט די אַנטענע, איז געווען פאַרבונדן אויך מיט דעם אַרויסשיק־אַפּאַראַט. דער אַרויסשיק־אַפּאַראַט און דער אויפנעם־אַפּאַראַט

האָבן זיך געפונען אין צוויי פאַרשידענע געביידעס אויף אַן אָפּשטאַנד פון 200 מעטער און פון איין געביידע אין דער צווייטער האָט פּאָפּאָוו דורך זיין ראַדיאָ-טעלעגראַף געשיקט אַ דעפּעש. זי האָט זיך אָנגעהויבן מיט די צוויי ווערטער „היינריך הערץ", צום אָנדענק אָן דעם וויסנשאַפטלעכן באַגרינדער פון ראַדיאָ, וועלכער האָט שוין דעמאָלט נישט געלעבט (געשטאָרבן ניי-יאָר 1894). אין גיכן נאָך דעם באַשריבענעם עקספּערימענט האָט פּאָפּאָוו טעלעגראַפירט אָן דראָטן אויף אַן אָפּשטאַנד פון עטלעכע קילאָמעטער. דערויף איז פאָרגעקומען אַ הפסקה אין זיין אַרבעט. מען האָט נישט פאַרשטאַנען אין דעמאָלטיקן רוסלאַנד אָפּצושאַצן די וויכטיקייט פון פּאָפּאָוו'ס אויפטו, און ספּעציעל די מיליטערישע פירער האָבן זיך נישט אָפּגערופן, אום צו שטיצן די אַנטוויקלונג פון ראַדיאָ. נאָך די ערשטע עקספּערימענטן האָט מען פּאָפּאָוון איבערגעשיקט אין ניזשני-נאָווגאָראָד. ערשט אין יאָר 1899 האָט ער זיך דערשלאָגן מען זאָל אים אומקערן צו דער אַרבעט אויף צו פאַרפולקאָמען די ראַדיאָ-אַפּאַראַטן. עס האָבן זיך אָנגעהויבן פּראָבעס מיטן ראַדיאָ צווישן די פאָרטן און די קריגס-שיפן סיי אין פינישן ים-איסגוס, סיי אויפן שוואַרצן ים. פּאָפּאָוו האָט פאַרווירקלעכט אין זיינע מכשירים די טעכנישע גרונט-געדאַנקען פון דעם איצטיקן ראַדיאָ. סוף יאָר 1899 און אָנהייב 1900 האָט פּאָפּאָווס ראַדיאָ-טעלעגראַף מיטגעאַרבעט ביים אַראָפּנעמען פון די שטיינער אַ דערטרונקענעם קריגס-שיף. אין דער זעלביקער צייט האָט פּאָפּאָווס ראַדיאָ-טעלעגראַף צום ערשטן מאָל געראַטעוועט מענטשלעכע לעבנס. נישט ווייט פון דער ראַדיאָ-סטאַציע אויף אַן אינזל אין פינישן ים-איסגוס האָט זיך איינמאָל אָפּגעריסן אַ שטיק אייז מיט 27 פישער, די ראַדיאָ-סטאַציע האָט אַרויסגערופן הילף און די צוגעקומענע שיפן האָבן אָפּגעראַטעוועט די 27 מאַן פון טויט. נישט געקוקט אויף די דאָזיקע ערפאָלגן איז פּאָפּאָווס ראַדיאָ פאַרגליווערט געוואָרן אין דער אומקולטורעלקייט פון צאַרישן רוסלאַנד, און נישט פּאָפּאָוון איז באַשערט געווען צו ווערן אָרגאַניזאַטאָר פון וועלט-ראַדיאָ.

אין איין צייט מיט פּאָפּאָוון האָט אָנגעהויבן זיינע עקספּערימענטן מיט ראַדיאָ דער איטאַליענער מאַרקאָני. אַ מענטש מיט גרויסע אָרגאַניזאַטאָרישע פעיקייטן און מיט אַ ברייטן פאַרנעם האָט ער אָבער געהאַט דאָס גליק צו אַרבעטן ביי גינסטיקע באַדינגונגען. שטאַמענדיק פון אַ רייכער פאַמיליע, האָט ער נישט געדאַרפט קאַרגן קיין מיטלען אויף צו בויען אַפּאַראַטן און דורכצופירן עקספּערימענטן. נאָך עטלעכע יאָר אַרבעטן אין דער היים האָט ער איבערגעטראָגן זיין טעטיקייט קיין ענגלאַנד און דאָ האָט ער געפונען מיטהילף, סיי ביי געלערנטע און טעכניקער, סיי אין די מיליטערישע קרייזן. מאַרקאָני איז געווען גרינדער פון דער ערשטער גרוי-

סער ראַדיאָ-אונטערנעמונג און ביים בריטן עולם גילט ער ווי דער פאָטער פון ראַדיאָ, הגם דער דאָזיקער כבוד געהערט זיכער נישט אים, נאָר א. ס. פּאָפּאָוון.

אויב מיר זאָלן וועלן אויספירלעך באַשרייבן די ווייטערדיקע אַנט-וויקלונג פון ראַדיאָ-אַפּאַראַטן, וואָלטן מיר זיך געמוזט אַריינלאָזן אין צו ספּעציעלע טעכנישע באַטראַכטונגען. מיר וועלן אָנמערקן בלויז די אַל-געמיינע ליניעס פון דער אַנטוויקלונג, אין וועלכער עס האָבן שפּעטער זיך שטאַרק באַטייליקט דייטשן און אַמעריקאַנער. דער וויכטיקער חסרון פון די ערשטע ראַדיאָ-אַפּאַראַטן איז געווען זייער שוואַכקייט. זייערע עלעקטרישע טענער זענען געווען צו שוואַך אום זיך צו פאַרשפּרייטן אויף ווייטע שטחים. אַ חוץ דעם האָבן די אַפּאַראַטן געאַרבעט נישט זיכער און די טענער פלעגן זיך באַקומען נישט ריינע. אַנדערש גערעדט, די אַפּאַראַטן פלעגן אַרויסשיקן עלעקטרישע כוואַליעס נישט אַלע מאָל פון איין און דער זעלבער לענג, אָדער אָנשטאָט כוואַליעס פון איין לענג פלעגן די אַפּאַראַטן אַרויסשיקן אַ געמיש פון פאַרשידענע כוואַליעס. די באַמיאונגען פון די ראַדיאָ-טעכניקער זענען געווען געווענדעט אויף אָפּצושאַפן אָט די חסרונות, און ערב דער וועלט-קריג האָט דער ראַדיאָ-טעלעגראַף געהאַט דערגרייכט אַ באַדייטנדיקע פאַרפולקאָמונג. די ראַדיאָ-אַפּאַראַטן פלעגן אַרויסגעבן כוואַליעס, וועלכע האָבן זיך געלאָזט גוט אויסנוצן פאַר טעלע-גראַפישע סיגנאַלן.

דער ראַדיאָ-טעלעפאָן האָט נאָך דעמאָלט נישט עקזיסטירט און אָט פאַרוואָס. די עלעקטרישע כוואַליעס פון אַלע ראַדיאָ-אַפּאַראַטן זענען דע-מאָלסט געווען אַזוי צו זאָגן אויסגייענדיקע כוואַליעס. דאָס זענען גע-ווען אָפּגעריסענע כוואַליעס, וואָס פלעגן אַרויסגעשיקט ווערן שטיקלעכ-ווייז. אַ כוואַליע פלעגט אַרויסגיין פון אַפּאַראַט, פלעגט ווערן אַלץ שוואַ-כער ביז זי פלעגט אינגאַנצן אויסגיין, דערויף פלעגט ווערן אַרויסגעשיקט אַ נייע כוואַליע, וועלכע פלעגט אויך ווערן אָפּגעשוואַכט און אויסגיין און אַזוי כסדר. מיט אַזוינע כוואַליעס קען מען אַריבערשיקן אָן דראָטן די קורצע און לאַנגע טעלעגראַפישע סיגנאַלן, אָבער זיי טויגן נישט אויף צו טראָגן אין דער ווייטנס קלאַנגען פון מענטשלעכער שטים. דאָס קאָנען אויפטאָן נישט די אָפּגעריסענע אויסגייענדיקע כוואַליעס, נאָר כוואַליעס באַשטענדיקע, וועלכע זענען געגליכן צו אַן אַנהאַלטנדיקן מוזיקאַלישן טאָן. די עלעקטראָנען-טרייבעלעך האָבן געגעבן דעם ראַדיאָ אַן אַפּאַראַט אויף אַרויסצושיקן אַזוינע כוואַליעס. דער ענגלענדער פלעמינג און דער אַמע-ריקאַנער לי-דע-פאָרעסט האָבן פאַרוואַנדלט די עלעקטראָנען-טרייבל אין אַן מכשיר פאַרן ראַדיאָ-טעלעפאָן. דאָס איז געשען מיט עטלעכע יאָר

פאַר דעם וועלט-קריג און אין דער צייט פון קריג האָבן די עלעקטראָנען טרייבלעך אריינגעבראַכט אַ גאַנצע איבערקערעניש אין ראַדיאָ. עס האָט זיך אַרויסגעוויזן, אַז זייער נוצן איז אַפילו גרעסער ווי מען האָט צוערשט געמיינט. מען האָט זיך איבערצייגט, אַז זיי זענען אומשטאַנד אויפצונעמען די עלעקטרישע כוואַליעס, און אַז אין דער באַציונג שטייגן זיי אַריבער אַלע אַנדערע עלעקטרישע אַפּאַראַטן. ספּעציעל צייכענען זיי זיך אויס מיט זייער פעיקייט אויפצונעמען די שוואַכערע כוואַליעס און צו פאַרוואַנדלען זיי אין שטאַרקע קלאַנגען, וואָס לאָזן זיך הערן אין אַ טעלעפאָן. אין יעדער אַזאַ עלעקטראָנען-טרייבל איז פאַראַן אַ דין דרעטל, וואָס ווערט אָנגעגליט, כדי עס זאָלן פון אים אַרויסגיין אַ שטראָם עלעקטראָנען. די הערלעך ווערן מאַסנווייז פאַבריצירט אין די פאַבריקן פאַר עלעקטרישע לעמפּלעך. זיי האָבן אויסערלעך באַקומען די געשטאַלט פון אַן עלעקטרישן לעמפּל און דערפאַר ווערן זיי איצט פּשוט באַצייכנט מיטן נאָמען ראַדיאָ-לעמפּלעך.

ערשט מיטן איינפירן די ראַדיאָ-לעמפּלעך זענען די פריער-באַשריבענע סכעמעס פון ראַדיאָ-טעלעגראַף און ראַדיאָ-טעלעפאָן געוואָרן ווירקלעכקייט. ערשט מיטן אויפקומען פון די לעמפּלעך האָבן די ראַדיאָ-סטאַציעס אָנגעהויבן אַרויסשיקן ריינע טענער, און פון דער אַנדער זייט זענען די אויפנעם-אַפּאַראַטן געוואָרן געבויט אַזוי, אַז זיי רופן זיך אָפּ אויף אַ באַליביקן טאָן און זענען דעמאָלט שטום פאַר אַלע אַנדערע טענער. ערשט אַ דאַנק די ראַדיאָ-לעמפּלעך איז מעגלעך געוואָרן אַ ברייטע באַוועגונג פון ראַדיאָ-אַמאַטאָרן.

די אויסבילדונג פון די ראַדיאָ-לעמפּלעך איז נאָך נישט פאַרענדיקט. עס באַווייזן זיך אויפן מאַרק נייע טיפּן, ווי אין אַלגעמיינעם שטייט נאָך די ראַדיאָ-טעכניק אונטערן צייכן פון כסדרדיקע אַנטוויקלונג און פאַרבעסערונג.

4

די ערשטע דערפאָלגן פון ראַדיאָ זענען באַשטאַנען אין איינשטעלן טעלעגראַפישע קאָמוניקאַציע ביי אַזעלכע באַדינגונגען, ווו עס קען נישט זיין קיין רייד וועגן טעלעגראַפירן דורך דראָטן. אַהערצו געהערט פריער פאַר אַלץ די קאָמוניקאַציע פון שיפן איינע מיט די אַנדערע און מיט די פעסט-שטעט. אַ שיף אין אָפענעם ים איז ביז די צייטן פון ראַדיאָ געווען אָנגעוויזן אויף זיך אַליין און ווען עס האָט זיך געמאַכט אַן אומגליק האָט נאָר אַ צופאַל געקענט ברענגען רעטונג. די ראַדיאָ-דעפּעשן, אַפילו

ביי דער ערשטער איינפאכער טעכניק פון ראדיאָ, פלעגן גרייכן אויף הונ־דערטער און טויזנטער קילאָמעטערס, און ווי נאָר עס זענען באשאפן גע־וואָרן די ערשטע פראקטישע ראדיאָ־אפאראטן האָבן אלע לענדער געהייסן איינפירן ראדיאָ אויף די גרעסערע פאסאזשיר־שיפן. מיט דער צייט איז ראדיאָ געוואָרן א נויטווענדיקער באשטאנדטייל אין דער קאָמוניקאציע אויף די ימים און אָקעאנען. אויף די ברעגעס פון די ימים זענען אויפ־געבויט ראדיאָ־סטאציעס, וועלכע שיקן ארויס רעגולער אינפאָרמאַציעס צו די שיפן וועגן וועטער און דעסגל. די זעלביקע ראדיאָ־סטאציעס פאר־לייכטערן דאָס קירעווען פון שיף. עס זענען צוגעטראכט אנטענעס, וועלכע ווייזן די ריכטונג פון די אָנקומענדיקע ידיעות און ווען דער קאפיטאן אויפן שיף באזיצט א ראדיאָ־אפאראט מיט אזא אנטענע קען ער אין פאל פון נויט באשטימען זיין לאגע אין אָפענעם ים און געפינען זיין ריכטיקן וועג. א דאנק די ראדיאָ־כוואליעס איז א שיף אין ים פארבונדן דורך נישט געזעענע פעדעם מיט אלע ברעגעס און האָט אויפגעהערט צו זיין פאר־וואָגלט און אָפגעריסן פון דער וועלט. באשטימטע גרויסע ראדיאָ־צענטרא־לעס שיקן ארויס צו אָפגערעדטע צייטן פון טאָג די אזוי גערופענע צייט־סיגנאלן. זיי שטייען אין פארבינדונג מיט בארימטע אבסערוואטאָריעס און זאָגן אָן דעם ריכטיקן זייגער מיט דער גענויקייט פון טיילן פון א סע־קונדע. אזוי ווי שיפן מוזן וויסן ריכטיק די צייט, כדי צו באשטימען זייער לאגע, איז דער אויפטו פון די צייט־סיגנאלן פאר זיי אויסערסט וויכטיק. גרויסע שיפן פארגינען זיך דעם לוקסוס צו באקומען יעדער טאָג די לעצטע נייס דורכן ראדיאָ און צו דרוקן א טעגלעכע צייטונג. און ווען דער פאסאזשיר איז אימשטאנד צו באצאָלן קען ער פון דעם שיף אין ים שיקן ראדיאָ־דעפעשן וווהין ער וויל.

פאר דער אוראלטער, אויסגעפרוווטער קאָמוניקאציע אויפן וואסער ברענגט ראדיאָ א רעטונג אין פאלן פון אומגליק, און אין רויקע צייטן פאר־לייכטערט ראדיאָ די ארבעט פון קאפיטאן און פארשאפט אָנגענעמקייט די פאסאזשירן. וואָס אָנבאלאנגט דער אוויאציע און דער לופט־שיפעריי וואָלטן זיי איבערהויפט נישט געקענט זיך אויפארבעטן צו דער איצטיקער הויך אָן דער הילף פון ראדיאָ. פארשידענע גרעסערע רייזעס פון לופט־שיפן און אעראָפלאנען וואָלטן נישט געקומען צושטאנד, ווען די לופט־פליער וואָלטן זיך נישט געקענט באדינען מיט ראדיאָ־אפאראטן. דער ראדיאָ־אפאראט מיט דער אנטענע, וועלכע ווייזט די ריכטונג, איז נישט אויף איין לופט־רייזע געווען דער איינציקער זיכערער וועג־ווייזער.

ווען איר גיט א קוק אויף א געאָגראפישער וועלט־קארטע און איר זעט ווי איבער אלע ימים ציען זיך ליניעס פון די רעגולערע שיף־פאר־

בינדונגען, ווייסט איר, אז ראדיאָ האָט דאָ אויך א חלק. דאָס זעלביקע קען מען זאָגן אויף די נייערע קארטעס, ווו עס זענען אריינגעצייכנט די אינטערנאציאָנאלע לופט-ליניעס. פאראן איצט נאָך נייערע קארטעס, וועלכע אילוסטרירן די זעלבסטשטענדיקע ראָלע פון ראדיאָ אויף די גרויסע וועגן פון דער וועלט- קאָמוניקאציע. ווען מען האָט פריער געוואָלט פארבינדן טעלעגראפיש לענדער פון ביידע זייטן אָקעאן, איז דערויף געווען איין מיטל: אויסלייגן אין די טיפענישן אן אונטערוואסערדיקן דראָט, א קאבעל, עס פלעגט אָפּקאָסטן קאָלאָסאלע סומען געלט דורכצופירן אזא קאבעל, און נאָך א צווייטן חסרון האָט עס געהאט: דאָס לאנד, פון וואנען עס פלעגט גיין אזא קאבעל, האָט געהאָט א מאָנאָפּאָל אויף די פארבינדונגען מיט יענער זייט ים.

איצט נויטיקן זיך נישט די ראדיאָ-סטאציעס אין קיין קאבעלן, און קיינער קען נישט פארכאפּן קיין מאָנאָפּאָל אויף די וועלט-פארבינדונגען. אויבן אָן אין דער וועלט-קאָמוניקאציע דורכן ראדיאָ-טעלעגראף שטייט אמעריקע. די אמעריקאנער גרויסן זיך, אז זייער ניו-יאָרק איז געוואָרן די ראדיאָ-צענטראלע פון דער וועלט. אזוי איז עס טאקע. ארום ניו-יאָרק זענען אויסגעבויט ריזיקע ראדיאָ-סטאציעס, וועלכע שטייען אין שטענדיקער פארבינדונג מיט אלע הויפּט-שטעט פון איירָאָפּע און מיט בוענאָס-איירעס. אנדערע אמעריקאנער ראדיאָ-סטאציעס שטייען אין דירעקטער פארבינדונג מיט יאפאן און מיט דרום-אזיע. אין איירָאָפּע צייכענען זיך אויס דייטשלאנד און פראנקרייך מיט זייערע ראדיאָ-פארבינדונגען. די דייטשע סטאציעס האָבן א שטענדיקע פארבינדונג מיט צפון-אמעריקע און דרום-אמעריקע און מיטן ווייטן אזיאטישן מזרח. די דייטשן זענען דערמיט אויסן צו העלפן זייער האנדל און אינדוסטריע. די פראנצויזן הערן נישט אויף פון זייער זייט צו פארשפרייטן די נעץ פון ראדיאָ-טעלעגראף. זייערע כוונות זענען פּאָליטישע. זיי בויען ראדיאָ-סטאציעס אין אלע זייערע קאָלאָניעס. אין אפריקע, אין דרום-אזיע אין די פארוואָרפענע אינזלען פון שטילן אָקעאן, און מעכטיקע ראדיאָ-סטאציעס ביי פאריז און אין דרום-פראנקרייך רעדן כסדר מיט די קאָלאָניעס און שטייען אויף דער וואך פון פראנקרייכס קאָלאָניאלע אינטערעסן.

דער לופט-צודעק פון אונזער ערד ווערט איצט אין די פארשידענע ריכטונגען דורכגעקרייצט דורך די פארשידנארטיקסטע ראדיאָ-כוואליעס, און דער טראנסאקעאנישער ראדיאָ איז געוואָרן אן ערנסטער קאָנקורענט פארן אונטערוואסערדיקן קאבעל.

אויף די קאָנטינענטן ווערן דעפּעשן ווי ביז צום ראדיאָ געשיקט דורך דראָטן נאָר דאָס הייסט נישט, אז ראדיאָ איז געבליבן פרעמד דעם

איינפאכן טעלעגראף. די טעכניק פון טעלעגראף דורך דראָטן שטרעבט אויסצונוצן די דערגרייכונגען פון ראדיאָ, די וועגן פון דיביידע מינים טעלעגראף קרייצן זיך אין די נאָענטסטע צוקונפט וועט מסתמא האָבן צו טאָן מיט א קונציקער קאָמבינאַציע פון דראָטן-טעלעגראף מיט ראדיאָ-טעלעגראף. אזא קאָמבינאַציע איז שוין פארווירקלעכט ביים טעלעפאָן. די טעלעפאָנישע פארבינדונגען צווישן פארשיידענע שטעט פלעגן שטארק ליידן, וואָס אויף גרויסע אָפּשטאַנדן פלעגט די מענטשלעכע שטים ווערן אָפּגעשוואכט. מען האָט געמוזט אָנקומען צו טייערע איינאָרדנונגען אום בייצוקומען די פּלאָג, און נישט אלע מאָל פלעגט עס העלפן. איצט בויט מען איין אויף דעם וועג פון די טעלעפאָן-דראָטן נישט קיין טייערע אפאַראַטן מיט ראדיאָ-לאָמפּן, און די פראגע איז פארענטפערט: די אפאראטן פארשטארקן אויטאָמאטיש די אָפּגעשוואכטע קלאַנגען און די טעלעפאָנישע געשפּרעכן פון א ווייטער שטאָט הערן זיך נישט ערגער ווי נאָר פון הער נאָענטן.

5

מיר האָבן אויספירלעך באשריבן די וויכטיקערע אָנווענדונגען פון ראדיאָ-טעלעגראף, וואָרום זיי זענען ווייניק באקאנט. אז מען זאָגט „ראדיאָ" מיינט מען געוויינלעך דעם ראדיאָ פאר אלעמען, די ראדיאָ-צענטראלעס מיט זייערע הונדערטער טויזנטער און מיליאָנען צוהערער. דאָס איז דער מוזיק פון דער ראדיאָ-טעכניק, און ווידער אמאָל שטייט דאָ אמעריקע אין דער שפּיץ.

צום סוף יאָר 1925 זענען אין אמעריקע געווען איינגעשטעלט ביז 4 און א האַלב מיליאָן ראדיאָ-אפּאראטן. יעדע זעקסטע פאמיליע האָט דאָרט פארמאָגט איר אייגענעם ראדיאָ-אפּאראט. אויף צו באדינען אזא ריזיקע צאָל אבאָנענטן זענען פאראן אין אמעריקע ביז 600 עפנטלעכע ראדיאָ-סטאַציעס. מען דארף אונטערשטרייכן דאָס וואָרט „עפנטלעכע", וואָרום אין אמעריקע זענען פאראן נאָך ביז צוואנציג טויזנט קליינע ראדיאָ-סטאַציעס, וואָס געהערן צו פּריוואטע אמאטאָרן. אגב באמערקט, ערגעץ איז נישטאָ אזא פרייהייט פאר ארויסשיק-סטאַציעס ווי אין די פּאריי-ניקטע שטאטן. די אויסערגעוויינלעכע אנטוויקלונג פון אמעריקאנער ראדיאָ איז צושטאנד געקומען אין פארלויף פון די לעצטע פּאָר יאָר. דאָס ווייזט קלאָר די פּאָלגנדיקע קליינע סטאטיסטיק פון די קאפּיטאלן, וועלכע זענען פארטון אין דער אמעריקאנער ראדיאָ-טעכנישער אינדוסטריע. אין יאָר 1920 האָט דער דאָזיקער קאפּיטאל באטראָפן 2 מיליאָן דאָלאר,

אין יאָר 1922 — 60 מיליאָן, און צום סוף יאָר 1925 האָט ער נעהאַלטן ביי 450 מיליאָן דאָלאַר.

הגם נישט אין אזא פאַרנעם, ווי אין אמעריקע, פאַרשפּרייט זיך דער ראַדיאָ אומעטום אין א גרויסער מאָס, און די סיבה איז א פאַרשטענדלעכע: די צייטונג אַן פּאַפּיר, דער קאָנצערט-זאַל, אווידיטאָריע אין טעאַטער ביי זיך אין שטוב מוז געפינען אַלץ מערער אָפּנעמער.

די ראַדיאָ-סטאַציעס פון גאָר דער וועלט שטייגן איצט אריבער איינע חוץ אנדערע אין דער רייכקייט פון זייערע פּראָגראַמען. צייטונגס-אינפאָרמאַציע, באַלערנדיקע פאַרטראָגן, סיסטעמאַטישע קורסן פון שפּראַכן און וויסנשאַפטן, מוזיק, ערנסטע און לייכטע, פּאָליטישע רעדעס, גאָטעסדינסטן, מעשהלעך פאַר קינדער, — אַלץ געפינט זיין אָרט אין די ראַדיאָ-פּראָגראַמען. עס האָבן זיך אָנגעמערקט צוויי שיטות, צוויי סיסטעמען אין צונויפשטעלן די ראַדיאָ-פּראָגראַמען: ספּעציעל שאַפן דעם אינהאַלט פון פּראָגראַם פון איין זייט, — פון דער אַנדערער נעמען ביים לויפנדיקן טאָג דאָס וויכטיקסטע אין פאַרשפּרייטן עס דורכן ראַדיאָ. מיט עטלעכע יאָר צוריק איז צוליב טעכנישע טעמים מעגלעך געווען צו גיין בלויז מיטן ערשטן וועג. די אויפנאַם-אַפּאַראַטן זענען געווען אזוי געבויט, אז דער רעדנער און מוזיקאַנט האָט געמוזט אויספירן דאָס פּראָגראַם אין דער באַזונדער סטודיע פון דער ראַדיאָ-צענטראַלע. איצט איז די דאָזיקע באַגרעניצונג אָפּגעפאַלן. אין א באַליביקן זאַל קען מען איינשטעלן א שפּירעוודיקן מיקראָפאָן אויף אויפצוכעמען מוזיק אָדער רייד, דעם מיקראָפאָן פאַרבינדט מען מיט דער ראַדיאָ-צענטראַלע, און די עלעקטרישע כוואַליעס טראָגן פאַנאַנדער די רייד און מוזיק איבער דער גאַנצער וועלט. ווען די רעדל-פירער פון דער אייראָפּעישער דיפּלאָמאַטיע קלייבן זיך צונויף אויף זייערע קאָנגרעסן אין גענף, אָדער ווען די פירער פון דער ראַטן-מאַכט נעמען דאָס וואָרט אין מאָסקווע, הערן זיך זייערע שטימען ווייט הינטער די ווענט פון דעם זאַל, וווּ זיי האַלטן די רעדע. די באַרימטע אָפּערן-טעאַטערס פון די גרויסע שטעט זענען איצט אָפן אויך פאַר אַלעמען. די אויפנאַם-פעיקייט פון די ראַדיאָ-צענטראַלעס איז געוואָרן אזוי קינצלעך, אז מען בייט זיך איצט מיט די ראַדיאָ-פּראָגראַמען. א קליינע סטאַציע נעמט אויף טעלעוויז אָדער אינגאַנצן דאָס פּראָגראַם פון א גרעסערער רייכערער סטאַציע און פאַרשפּרייט עס אויף איר באַזונדער כוואַליע. די לאָקאַלע אבאָנענטן געניסן דערמאַלט פון דעם רייכן פּראָגראַם מיט דער הילף פון זייערע ביליקע און שוואַכע אויפנאַם-אַפּאַראַטן. אזוי אַרום קען יעטוועדער זאַך, וואָס פאַרדינט געהערט צו ווערן זיך פאַרשפּרייטן אין ראַדיאָ — דירעקט פון לעבן. נאָר דאָס הייסט נישט, אז די

ספעציעלע ראַדיאָ-פּראָגראַמען האָבן אויפגעהערט צו עקזיסטירן, דער ראַדיאָ-אַפּאַראַט גיט איבער דערוויל בלויז די ווערטער, און דער איינדרוק ווערט אָפּגעשוואַכט, ווייל מען זעט נישט דעם רעדנער און שפּירט נישט זיין פּערזענלעכע השפּעה. כדי די רייד דורכן ראַדיאָ זאָלן מאַכן דעם געהעריקן איינדרוק מוזן זיי ווערן צוגעפּאַסט צו די אויפנאַם-באַדינגונגען פון ראַדיאָ. דאָס ראַדיאָ-וואָרט מוז זיין רייך אין בילדער און פאַרבן. אויפן געביט פון ראַדיאָ קומט טאַקע פאָר עפּעס ענלעכס צו דער אַנטוויקלונג פון דער קינאָ-קונסט. דער שטומער קינאָ האָט טיילט געקענט נאָכמאַכן דעם טעאַטער און איז אַוועק מיט אייגענע נייע וועגן. דאָס גלייכן בילדעט זיך אויס אַן אייגענע אָריגינעלע רעדנערישע קונסט פאַרן ראַדיאָ.

די אונטערשטע שורה איז, אַז ראַדיאָ איז געוואָרן אַ קאָלאָסאַלער מיטל פון קולטורעלער אַנטוויקלונג. ער איז באַרופן צו באַהעפטן די פאַרוואָרפנסטע ווינקלען מיט די קולטורעלע צענטרען פון דער וועלט.

נאָך איין כאַראַקטעריסטישן שטריך פאַרמאָגט ראַדיאָ, וואָס שטעלט אים העכער פאַר אַנדערע נייעסן אין דער טעכניק. דער ראַדיאָ-אַמאַטאָר איז נישט פּשוט אַ געניסער פון ראַדיאָ. ער איז אַ טעטיקער מיטאַרבעטער אויף דעם דאָזיקן מאָדערנעם געביט פון טעכניק. דאָ איז אַלץ פול לעבן און זוכונג. עס זענען נאָך נישט אויפגעקלערט ביז צום סוף די טעאָרעטישע יסודות פון ראַדיאָ, עס קענען נאָך געמאָלט זיין ווייט-גייענדיקסטע פאַרבעסערונגען אין די ראַדיאָ-אַפּאַראַטן. לאָמיר נעמען אַזאַ פראַגע ווי די אויסשפּרייטונג פון די ראַדיאָ-כוואַליעס. מען ווייסט, אַז זיי שפּרייטן זיך אויס נישט גראָד-ליניק ווי די ליכטיקייט-שטראַלן, נאָר טוליען זיך צו דער ערד און קענען אַרומלויפן אַרום דעם גאַנצן ערד-קויל. מען ווייסט, אַז געוויסע צושטאַנדן פון וועטער זענען גינסטיק פאַר דער אויסשפּרייטונג פון די ראַדיאָ-כוואַליעס און אַנדערע פאַרקערט פאַרהאַלטן די כוואַליעס. אויב מען האָט אַנטדעקט געוויסע כללים וועגן די אַקאָרשט באַשריבענע ערשיינונגען, איז עס אַ דאַנק די ראַדיאָ-אַמאַטאָרן, וועלכע האָבן נישט געקאַרגט קיין מי ביים אויפנעמען די סיגנאַלן פון ווייטע סטאַציעס און האָבן אָנגעזאַמלט אַ מאַסע דערפאַרונגען וועגן די גינסטיקע באַדינגונגען פאַר דער אויסשפּרייטונג פון די ראַדיאָ-כוואַליעס. אָדער נעמען די אויסנוצונג פון די ראַדיאָ-לעמפּלעך. עס קענען געמאָלט זיין פאַרשידענע קאָמבינאַציעס פון די לעמפּלעך מיט די איבעריקע באַשטאַנד-טיילן פון די ראַדיאָ-אַפּאַראַטן. אַ דאַנק די אַמאַטאָרן האָט מען אַרויסגעפונען די ווייטסטע צוועקמעסיקע קאָמבינאַציעס, וועלכע זענען אַריין איז אַלגעמיינעם געברויך. אָדער די פראַגע וועגן לאַנגע און קורצע עלעקטרישע כוואַ-

ליעס. די ראַדיאָ-צענטראַלעס האָבן פאַרטײלט צווישן זיך די כוואַליעס
פון 200 מעטער ביז דריי טױזנט מעטער די לענג. לענגערע כוואַליעס
האָט געכומען אין מאָנאָפּאָל דער ראַדיאָ-טעלעגראַף. די ליבהאָבער פון
ראַדיאָ, וועלכע האָבן געוואָלט פּרוון גליק מיט אײגענע אױסשיק-
אַפּאַראַטן זענען געבליבן אָנגעוויזן אויף קורצע כוואַליעס. מען האָט זיי
אָפּגעלאָזן די דאָזיקע כוואַליעס, וואָרום עס האָט געגאָלטן אַ מיינונג, אַז
דער עפנטלעכער ראַדיאָ קען נישט האָבן קיין נוצן פון קורצע כוואַליעס.
זענען געקומען די אַמאַטאָרן און האָבן געוויזן וואונדער. צוערשט די אַמע-
ריקאַנער ליבהאָבער פון ראַדיאָ, דערנאָך די אײראָפּעישע האָבן באַוויזן
איינצושטעלן אויף קורצע כוואַליעס אַ פאַרקער איבערן אָקעאַן. די קליי-
נע עלעקטרישע פייפלעך פון די ראַדיאָ-אַמאַטאָרן האָבן באַקוועם און
ביליק באַוויזן דאָס זעלביקע, וואָס די גרויסע ראַדיאָ-צענטראַלעס מיט
זייערע טייערע עלעקטרישע טראָמפּייטן. זיך שטיצנדיק אויף דער אַר-
בעט פון די אַמאַטאָרן פּרוווט מען איצט אַריבערפירן דעם עפנטלעכן ראַ-
דיאָ אויף קורצע וועלן, און מען ריכט זיך, אַז דאָס וועט געבן אַ נייע
קראַפט דעם וועלט-ראַדיאָ.

דאָ זענען מיר אַריבער צו די נאָענטערע און ווײטערע פּערספּעקטיוון
פון ראַדיאָ. אויפן טאָג-אָרדנונג שטייט פריער פאַר אַלץ די פאַראיינפאַכונג
פון די אויפנאַם-אַפּאַראַטן. מען וויל אויסבויען אַן אַפּאַראַט, וואָס יעדער
איינער זאָל אים קענען באַנוצן לייכט און איינפאַך ווי אַ פּשוטן טעלעפאָן.
צוגעלייגט דאָס טרײבל צום אויער, מיט איין דריי פון ראָדל אָנגעשטעלט
דעם אַפּאַראַט אויף די געוואונטשענע סטאַציע און פאַרטיק. פאַר דער איצטי-
קער טעכניק איז דאָס סוף כל סוף אַ קלייניקייט, און אַזאַ אַפּאַראַט וועט
לאַנג אויף זיך נישט לאָזן וואַרטן. נישט בערך שווערער
וועט זיין צו פאַרווירקלעכן אַן אַנדער פאָדערונג פון טאָג,
צו באַשענקען דעם ראַדיאָ מיט בילדער! מיר ווייסן פון פריער-
דיקן קאַפּיטל, אַז אויך דאָס האָט אויפגעהערט צו זיין אַ פאַנטאַזיע.
מיר האַלטן ערב דעם בילדער-ראַדיאָ, מיר האַלטן נישט ווייט
דערפון, אַז דער קינאָ-ראַדיאָ זאָל אָפּשאַפן אַלע גרעניצן פון רוים און
זאָל קרוינען די פולשטענדיקע מעגלעכקייטן פון מענטשלעכן פאַרקער.